



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

***PIEZOCIRURGIA: EVOLUÇÃO E SUA APLICABILIDADE EM  
MEDICINA DENTARIA***

Trabalho submetido por  
**Vasyl Lesyshyn**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**Setembro de 2020**





**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

***PIEZOCIRURGIA: EVOLUÇÃO E SUA APLICABILIDADE EM  
MEDICINA DENTARIA***

Trabalho submetido por  
**Vasyl Lesyshyn**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por  
**Prof. Doutor José Silva Marques**

**Setembro de 2020**





## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de deixar o meu indelével agradecimento aos que fizeram parte deste percurso:

Ao meu orientador, Prof. Doutor José Silva Marques, pela disponibilidade, pela ajuda e pelo profissionalismo.

A todos os docentes que com sua sabedoria contribuíram para a minha formação.

As funcionárias da farmácia que tanto nos ajudaram ao longo destes dois anos de clínica.

Agradeço ao IUEM por toda a formação e que me permitiu concretizar um grande sonho.

Aos meus doentes que permitiram uma constante aprendizagem e treino, pela sua confiança, assim como toda a paciência que tiveram.

A toda a minha família, nomeadamente, à minha mãe e ao meu pai, pela educação, pelo amor, pelo apoio e força que sempre me transmitiram mesmo nos momentos difíceis.

Um agradecimento especial à minha parceira de box e grande amiga Patrícia Lucas, pela amizade e por me ter aturado todos estes anos. Obrigado por toda a paciência e apoio nos maus momentos. Obrigado por todas as brincadeiras, risos e dias inesquecíveis.

A todos os meus amigos que sempre me apoiaram. A Francisca e a Raquel, pelas gargalhadas, companheirismo, amizade, pelos bons momentos e recordações que levo destes cinco anos. Assim como a Emeline, por ser excelente professora de Francês e por ter me apoiado durante o percurso académico.

A todos um enorme obrigado!



## RESUMO

Este trabalho pretende realizar uma revisão bibliográfica cujo tema central irá ser *Piezocirurgia* ou cirurgia com recurso a instrumento de corte piezoelétrico, focando-se na sua evolução e aplicabilidade nos diversos campos da cirurgia de tecidos duros ou mineralizados, com especial enfoque na Medicina Dentária.

A metodologia utilizada implicou a seleção de artigos escolhidos na base de dados, B-on. Para efetuar a mesma, foram aplicados critérios como: artigos publicados num espaço temporal compreendido entre 2015 e 2019, artigos publicados em língua inglesa. Dentro dos artigos obtidos foram ainda escolhidos para a presente monografia aqueles com maior nível de evidência científica.

*Piezocirurgia* é uma técnica que se baseia no corte de tecido mineralizado que resulta da geração de vibrações ultrassónicas ao nível da unidade ou aparelho piezoelétrico. A característica fundamental deste sistema é baixo risco de dano colateral de tecidos moles adjacentes durante intervenção cirúrgica. Assim sendo, a sua principal aplicação consiste em cirurgias em que se prevê execução de osteotomias ou osteoplastias.

Desta forma, é de elevada importância que seja tido em conta este tipo de técnica cirúrgica em paciente que ao serem submetidos a intervenção cirúrgica em proximidade com estruturas nobres como nervos e artérias, de modo a preservar a inervação e vascularização, evitando o comprometimento funcional.

É fundamental ter em conta o correto planeamento e seleção dos pacientes a serem intervencionados, pois, como qualquer outra técnica, também apresenta limitações.

São inúmeras as aplicações de *piezocirurgia* na área Buco-Maxilo-Facial, onde se inclui a Medicina Dentária, nomeadamente, cirurgia temporo-madibular, lateralização do nervo alveolar inferior, implantologia e cirurgia periodontal. Como vantagens a técnica apresenta melhor cicatrização dos tecidos, melhor pós-operatório, segurança nos procedimentos cirúrgicos assim como melhor conforto para paciente.

**Palavras-chave:** *Piezocirurgia*, ultrassom, cavitação, unidade piezoelétrica.



## ABSTRACT

This work intends to carry out a bibliographic review whose central theme will be *Piezosurgery* or surgery using a piezoelectric cutting instrument, focusing on its evolution and applicability in the various fields of hard or mineralized tissue surgery, with a special focus on Dentistry.

The methodology used involved the selection of articles chosen in the database, B-on. To carry out the same, criteria were applied, such as: articles published in a time span between 2015 and 2019, articles published in English. Among the articles obtained, those with the highest level of scientific evidence were also chosen for this monograph.

Piezosurgery is a technique based on cutting mineralized tissue that results from the generation of ultrasonic vibrations at the level of the piezoelectric unit or apparatus. The fundamental feature of this system is a low risk of collateral damage to adjacent soft tissues during surgical intervention. Therefore, its main application consists of surgeries in which the execution of osteotomies or osteoplasty is expected.

Thus, it's of great importance that this type of surgical technique be taken into consideration in a patient who will be submitted to surgical intervention in proximity to soft structures such as nerves and arteries, in order to preserve innervation and vascularization, avoiding functional impairment.

It's essential to take the correct planning and selection of patients to be treated, as, like any other technique, it also has limitations.

There are numerous applications of *piezosurgery* in the Buco-Maxillofacial area, which includes Dentistry, namely, temporo-mandibular surgery, lateralization of the lower alveolar nerve, implantology and periodontal surgery. As advantages, the technique presents better tissue healing, better postoperative, safety in surgical procedures as well as better comfort for the patient.

**Keywords:** *Piezosurgery*, ultrasound, cavitation, piezoelectric unit.



## Índice Geral

RESUMO.....	1
ABSTRACT .....	3
Índice figuras .....	7
Abreviaturas e siglas.....	11
Unidades de medida.....	13
INTRODUÇÃO.....	15
DESENVOLVIMENTO.....	17
Piezoelectricidade.....	17
Ultrassom.....	22
Piezocirurgia.....	26
Desvantagens .....	28
Piezocirurgia em Otorrinolaringologia.....	29
Cirurgia ortopédica.....	32
Cirurgia Maxilo-facial .....	34
Neurocirurgia.....	36
Aplicações de Piezocirurgia em Medicina Dentaria.....	39
1. Lateralização do nervo alveolar inferior.....	39
2. Elevação do pavimento do seio maxilar .....	41
3. Implantologia.....	43
4. Exodontia dos terceiros molares.....	44
5. Periodontologia.....	45
5. 1 Aumento coronário .....	46
6. Enucleação de quistos odontogénicos .....	47
7. Enxerto ósseo.....	49
8. Tratamento endodôntico cirúrgico.....	51
Resposta biológica e alterações histológicas .....	53
Viabilidade tecidual.....	55

Dispositivo piezoelétrico para aplicação em Medicina Dentária .....	58
1. Base ou painel de controlo.....	58
2. Chave dinamométrica .....	58
3. Peça de mão .....	58
4. Recipiente para líquido de arrefecimento .....	58
5. Bomba peristáltica .....	59
6. Pedal de controlo .....	59
Efeito de cavitação.....	59
Tipos comerciais de unidades piezoelétricas com aplicabilidade em Medicina Dentária (exemplos mais significativos em termos de presença no mercado).....	63
Piezotomo da marca NSK - Variosurg 3 .....	63
Piezotomo da marca Mectron .....	64
Piezotomo da marca Satelec (“Piezotome 2 & Piezotome Solo”).....	66
CONCLUSÕES .....	69
APRESENTAÇÃO DE CASO CLÍNICO .....	71
.....	74
BIBLIOGRAFIA .....	75
ANEXOS	



## Índice figuras

<b>Figura 1.</b> Efeito piezoelétrico. Quando um material piezoelétrico é submetido a corrente elétrica ocorre rearranjo e orientação das cargas elétricas. Adaptado de (Bell & Guerrero, 2006).....	17
<b>Figura 1.1</b> Efeito piezoelétrico. Aplicação de força mecânica que leva a formação de corrente elétrica. Cedido por cortesia de: Dominik Hoigne .....	18
<b>Figura 1.2</b> Efeito piezoelétrico elétrico reverso. Cedido por cortesia: Dominik Hoigne .....	18
<b>Figura 2.</b> Representação esquemática do efeito piezoelétrico reverso. Adaptado de (Deepa et al., 2016).....	21
<b>Figura 3.</b> Representação esquemática de escala de som. Cedido por cortesia de: Dominik Hoigne .....	22
<b>Figura 4.</b> Esquema do aparelho de ultrassom, adaptado de (Mathieson, 2012). .....	23
<b>Figura 5.</b> Exemplificação esquemática de funcionamento de unidade piezoelétrica. Cedido por cortesia de: Dominik Hoigne .....	26
<b>Figura 6.</b> – Ponta ativa. Comprimento: 9,9cm e 360° de superfície ativa Adaptado de: (Meller & Havas, 2017).....	30
<b>Figura 7.</b> – Peça de mão e ponta ativas para rinoplastia. Adaptado de: (Meller & Havas, 2017).....	31
<b>Figura 8.</b> – Cirurgia da Mão: osteotomia de correção de deformação óssea do metacarpo. Cedido por: Dominik Hoigne .....	32
<b>Figura 9.</b> Cirurgia de lateralização do NAI. Osteotomia realizada com dispositivo piezoelétrico; 2 – parede óssea vestibular removida de modo a obter acesso ao NAI; 3 – Nervo alveolar inferior exposto; 4 – Cortical vestibular reposicionado no local original. Adaptado de (De Vicente et al., 2016) .....	40
<b>Figura 10.</b> Técnica de janela lateral para elevação do pavimento do seio maxilar usando piezocirurgia. Imagem A e B mostram as pontas diamantadas plana e redonda para executar osteotomia. Imagens C e D mostram pontas não cortantes usadas para fazer descolamento e elevação da membrana. Adaptado de (Aly, 2018).....	42
<b>Figura 11.</b> Preparação piezoelétrica da zona edentula com sequencial colocação do impante. ....	44
Sequencia de brocas de A para D. Adaptado de (Yaman & Suer, 2013) .....	44
<b>Figura 12.</b> Pontas ativas de diferentes diâmetros para aparelho piezoelétrico. Adaptado de (Lang & Lindhe 2015) .....	46

<b>Figura 13.</b> Enucleação da lesão quística sem rutura da parede de revestimento. Adaptado de (Yaman & Suer, 2013).....	48
<b>Figura 14.</b> Remoção de enxerto ósseo do ramo da mandíbula. Adaptado de (Yaman & Suer, 2013).....	51
<b>Figura 15.</b> Tratamento endodôntico cirúrgico. A e B – Pontas ativas da marca Mectron; C – Acesso Radicular. Adaptado de (Abella et al., 2014) .....	52
<b>Figura 16.</b> Síntese de Próstaglandinas, leucotrienos e tromboxanos. Adaptado de (Kasper et al., 2015) .....	53
.....	53
<b>Figura 17.</b> Análise histológica das amostras de osso obtidas com: A – Técnica convencional; B e C – Piezocirurgia. Adaptado de (Anesi et al., 2018) .....	55
.....	55
<b>Figura 18.</b> Amostras de osso após cirurgia convencional (A) e piezocirurgia (B). (Rullo et al., 2013) .....	56
<b>Figura 19.</b> Amostras Histologias de tecido ósseo submetido a osteotomia com broca de osso (A e B) e osteotomia com piezocirurgia (C). A e B – demonstram zona de osteonecrose marginal assim como invasão e lesão de tecidos circundante. C – Observa-se uma linha de corte regular, com limites bem definidos, ausência de sinais de necrose e preservação tecidual. Adaptado de: (Agarwal, 2014) .....	57
<b>Figura 20.</b> Constituintes da unidade piezoelétrica. Cedido por cortesia de: Doutor José Silva Marques .....	59
<b>Figura 21.</b> Efeito de cavitação. Adaptado de (Satelec, 2013) .....	60
<b>Figura 22.</b> Pontas ativas: A - Flat scalpel (bisturi plano); B – Bone compressor (compressor ósseo); C – Bone harvester (ponta de recolha de osso); D – Sharp tipped saw (serra de ponta afiada); Cedido por cortesia de: Doutor José Silva Marques.....	61
<b>Figura 23.</b> Pontas ativas. Cedido por cortesia de: Dominik Hoigne .....	62
<b>Figura 24.</b> Painel de utilização do VarioSurg 3.....	63
É possível observar três programas predefinidos: P – Modo para procedimentos de periodontologia; E – Modo para intervenções de caráter endodôntico; S – Modo para intervenções cirúrgicas Cedido por cortesia de: Doutor José Silva Marques.....	63
<b>Figura 25.</b> Peça de mão VarioSurg 3. Cedido por cortesia de: Doutor José Silva Marques .....	64
<b>Figura 26.</b> Pedal de controlo VarioSurg 3. Cedido por cortesia de: Doutor José Silva Marques .....	64

<b>Figura 27.</b> Kit piezoelétrico da marca Mectron. Adaptado de (Deepa et al., 2016).....	65
<b>Figura 28.</b> A – Piezotomo 2; B – Piezotomo Solo. Adaptado de (Satelec,2013). .....	66
<b>Figura 29</b> A – Representação clínica e radiológica do caso. Adaptado de Zagalo et al., (2020).....	71
<b>Figura 30.</b> A – CT scan. Adaptado de Zagalo et al., (2020).....	71
<b>Figura 31.</b> A – CT scan. Adaptado de Zagalo et al., (2020).....	72
<b>Figura 32.</b> A – Sequencia cirúrgica. A – Desinfecção local com iodopovidona B – Anestesia; C – Incisão e descolamento de tecido mole; D – Incisão de acesso com piezocirurgia E – Recolha do interior da lesão. F – Aspetto final da lesão após a abertura. Adaptado de Zagalo et al., (2020) .....	73
<b>Figura 33.</b> Aspetto final. Zona suturada com seda com colocação do cateter de drenagem. Adaptado de Zagalo et al., (2020) .....	74



## Abreviaturas e siglas

PZT	Titanato de zirconato de chumbo
NAI	Nervo alveolar inferior
PVDF	Fluoreto de Polivinilideno
PC	<i>Piezocirurgia</i>
ICR	Instrumentos convencionas rotatórios
TGF - $\beta$	Fator de transformação de crescimento beta



### **Unidades de medida**

$\text{N/m}^2$	Newton por metro quadrado
$\text{C/m}^2$	Coulomb por metro quadrado
$\mu\text{m/s}$	Micrómetro por segundo
$\text{kHz}$	Kilohertz
$^{\circ}\text{C}$	Graus Celsius
$\text{ml/min}$	Mililitro por minuto





## INTRODUÇÃO

O presente trabalho, tem como tema central *piezocirurgia*: a sua evolução e aplicabilidade em medicina dentária.

Numa primeira parte, procede-se a revisão literária sobre o tema em questão, apresentando uma breve descrição do assunto, desde a descoberta da piezoelectricidade e compreensão da correlação com ultrassom até a sua aplicação em medicina. Serão descritos: (1) Conceito de *piezocirurgia (PC)*, constituição e modo de funcionamento do aparelho piezoelétrico assim como diferentes equipamentos presentes no mercado com respetiva caracterização; (2) *Outcome* biológico, vantagens e desvantagens da técnica, como também diferentes campos de aplicação. (3) Será apresentado e descrito um caso clínico de um doente portador de uma lesão quística submetido a cirurgia de descompressão da lesão com auxílio de *piezocirurgia*.

Tradicionalmente, instrumentos manuais, como cinzeis, e toda a variedade de osteótomos, instrumental rotatório, como brocas, acionadas pelo uso de peças de mão e respetivo motor elétrico ou pneumático, ou de corte manual ou mecânico (como serras de fio ou de lâmina fixa ou oscilante) foram usadas para execução de cirurgia em que se previa remoção intencional de tecido ósseo (Anesi et al., 2018). Durante a mesma podem-se executar dois procedimentos distintos, nomeadamente osteoplastia e osteotomia, dois atos cirúrgicos descritos na literatura o significado dos quais muitas vezes é confundido. O conceito de osteoplastia, proposto pela Friedman, consiste numa remodelação óssea superficial. Já no segundo caso, procede-se a remoção intencional do tecido mineralizado de suporte, quer como objetivo cirúrgico primário quer como método para auxiliar a fixação de dispositivos implantares ou de osteossíntese (Lang & Lindhe, 2015).

No entanto, o uso destes instrumentos, apresenta algumas desvantagens, nomeadamente: (1) sobreaquecimento e consequente necrose do tecido; (2) fragmentação óssea; (3) formação de *smear layer*; (4) lesão dos tecidos moles adjacentes (Anesi et al., 2018; Thomas et al., 2017); (5) alterações na condução nervosa e modificação na sensibilidade (Aly, 2018).

Para colmatar as desvantagens apresentadas, o surgimento de novos equipamentos que proporcionaram o corte seguro e preciso dos tecidos, assim como surgimento de técnicas cirúrgicas menos invasivas revolucionaram a abordagem clínica, permitindo ainda uma mais rápida recuperação pós cirúrgica do doente. A investigação contínua

permitiu melhoramentos técnicos significativos e desenvolvimentos recentes incluem a apresentação de instrumentos de corte seletivo com melhor desempenho e fácil manuseio (Anesi et al., 2018). O stress induzido durante a intervenção cirúrgica é considerado um fator predominante que influencia a vitalidade e subsequente regeneração tecidual. Por isso, para promover rápida recuperação, o tratamento dos tecidos deve ser o menos traumático possível (Lang & Lindhe, 2015).

O constante desenvolvimento de técnicas cirúrgicas minimamente invasivas permitiu a introdução de *Piezocirurgia* em diversos campos da medicina onde a osteotomia ultrassônica se tornou opção de primeira escolha (Rahnama et al., 2013).

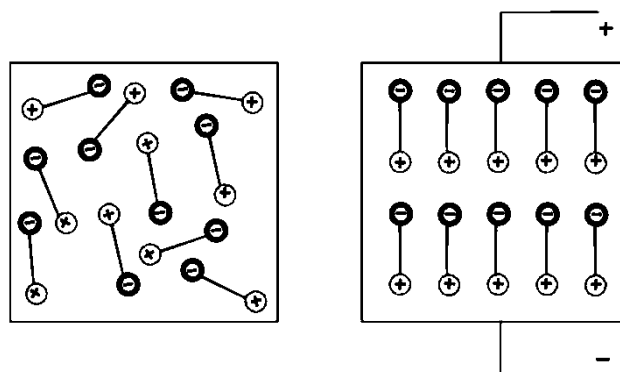
Estudos realizadas nesta área demonstram que a resposta biológica dos tecidos duros e moles após a execução de osteotomia com aparelho piezoelétrico é igual ou melhor à cirurgia convencional (Anesi et al., 2018; Anitha et al., 2015; Hadzi-Petrushev et al., 2019). Por sua vez, os mesmos, fornecem uma base de informação clínica e subclínica bem documentada na literatura para a aplicação da técnica em questão em prática clínica. Porém, apesar de apresentar inúmeras vantagens que serão descritas *a posteriori*, a experiência médica assim como planejamento do caso são de extrema importância para alcançar o sucesso esperado (Lang & Lindhe, 2015).

## DESENVOLVIMENTO

### Piezoeletricidade

Termo *piezo* é uma palavra grega que significa pressão sendo piezoeletricidade o fenómeno descrito como geração de potencial elétrico após aplicação de uma força sobre estruturas como cristais e compósitos (Bell & Guerrero, 2006; Vives, 2008). É definida como tensão elétrica resultante de aplicação de pressão, mecânica ou elástico-acústica, sobre a superfície de um cristal dielétrico. A intensidade da voltagem que é obtida após a geração de corrente elétrica é diretamente proporcional a tensão aplicada. Quando dá-se o processo inverso, a aplicação de uma tensão elétrica sobre a superfície do cristal torna-se possível produzir distorções mecânicas da forma que por sua vez, geram uma oscilação do material (Tango, 2018).

Foi em 1880 que Pierre e Marie Curie constataram que cristais são capazes de produzir uma corrente elétrica ao serem submetidos a uma força mecânica, tendo em 1881 Kankel designado este fenómeno por efeito piezoelétrico (Vives, 2008). Este é definido como movimento de cargas elétricas que deslocam-se de uma determinada zona do cristal, sobre a qual é aplicada uma tensão mecânica, para periferia (Bell & Guerrero, 2006; Tango, 2018).

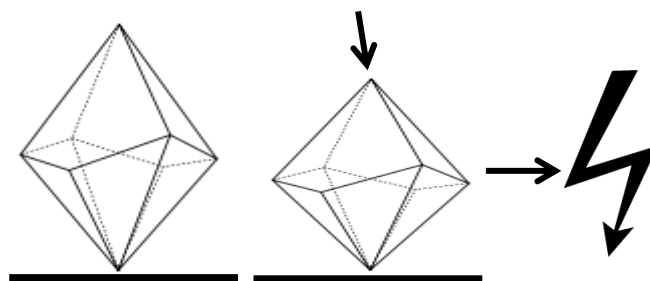


**Figura 1.** Efeito piezoelétrico. Quando um material piezoelétrico é submetido a corrente elétrica ocorre rearranjo e orientação das cargas elétricas. Adaptado de (Bell & Guerrero, 2006)

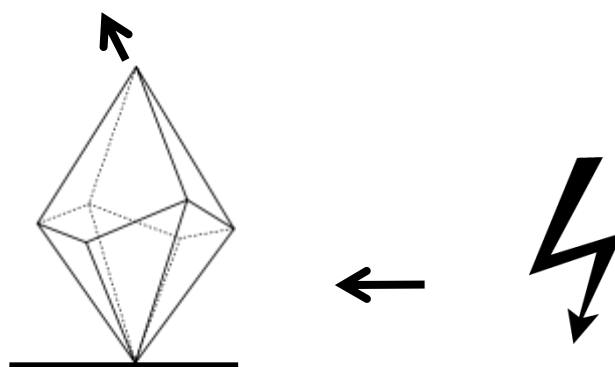
A geração do efeito depende da estrutura cristalina do corpo assim como magnitude da força aplicada. Por isso, para tal acontecer, é necessário que se cumpram os dois requisitos: é fundamental que o material apresente uma estrutura cristalina e que apresente ausência de centro de simetria. De entre os materiais de origem natural, o quartzo é o elemento que cumpre as premissas em questão, sendo considerado um dos

materiais com “características piezoelétricas”, ou seja, passível de utilização neste campo. Ao ser submetido a uma força na ordem de 1 newton por metro quadrado ( $\text{N/m}^2$ ) ao longo do seu eixo principal, produz uma força elétrica de aproximadamente  $10^{-12}$  Coulomb por metro quadrado ( $\text{C/m}^2$ ). Em contrapartida, aplicação de uma corrente elétrica de  $10^4$  volts sobre o cristal irá dar origem a uma tensão elástica de aproximadamente  $10^{-8}$  (Tango, 2018).

Os irmãos Curie, um ano após descoberta do efeito piezoelétrico, demonstraram a ocorrência do processo inverso, denominado por efeito piezoelétrico reverso, pelo qual a aplicação de um campo elétrico, em circunstâncias semelhantes, causaria deformação nesses materiais (Vives, 2008). Ao estudar o efeito reverso de piezoeletricidade, foi demonstrado que dependendo da voltagem a ser aplicada, esta produz repercussões na estrutura cristalina dos cristais. Esta mudança da conformação por sua vez, leva a geração de ondas acústicas sonoras e ultrassônicas de alta frequência em resposta a intensidade da corrente aplicada (Tango, 2018). Os *piezocristais* são capazes produzir uma vasta gama de frequências, desde as mais baixas assim como frequências de amplitude mais elevada que ondas de ultrassom (Tango, 2018).



**Figura 1.1** Efeito piezoelétrico. Aplicação de força mecânica que leva a formação de corrente elétrica. Cedido por cortesia de: Dominik Hoigne



**Figura 1.2** Efeito piezoelétrico elétrico reverso. Cedido por cortesia: Dominik Hoigne

Numa primeira fase dos estudos, os Curie apresentaram uma fórmula que relaciona a quantidade de energia elétrica obtida através de submissão de material a uma força/pressão. Essa relação encontra-se descrita pela seguinte equação:

$$P_p = d T$$

onde o  $P$  é vetor de polarização piezoelétrica,  $d$  é o coeficiente de deformação piezoelétrico e  $T$  é a tensão à qual o material piezoelétrico é submetido. *A posteriori*, propuseram uma fórmula semelhante para o efeito piezoelétrico reverso:

$$S_p = d E$$

$S_p$  é deformação produzida pela aplicação de uma corrente elétrica ( $E$ ) (Vives, 2008).

Com o surgimento de materiais sintéticos *piezocerâmicos* em 1950, como o titanato de zirconato de chumbo (PZT), estes começaram a ser utilizados em vez dos cristais de origem natural no fabrico de transdutores de ultrassom descritos a seguir (Deepa et al., 2016; Mathieson, 2012; Tango, 2018; WolframWersing, 2008). PZT, São cerâmicas sintéticas que apresentam estrutura cristalina e que foram desenvolvidos para substituir os cristais piezoelétricos pelo fato de apresentarem uma maior eficácia em conversão de corrente elétrica em força mecânica. Por sua vez, possuem uma maior estabilidade assim como características mecânicas superiores. Podem ser submetidas a tratamento químico ou térmico sem ocorrerem alterações significativa na geração do efeito piezoelétrico pelo material. Estas diferenças na composição química ou no pré-tratamento dão origem a dois subgrupos de *piezocerâmicas*: (1) macias ou (2) duras, que consoante o tratamento que sofrem apresentam diferentes aplicações ultrassônicas (Mathieson, 2012).

Cerâmicas “*soft*” (macias) – são mais fáceis de serem polarizadas, porém promovem grande dissipação de corrente elétrica. Deste grupo faz parte o PZT5 que como características principais apresenta alta resistência a temperaturas assim como estabilidade no tempo. É utilizado para produção de hidrofones e aparelhos de diagnóstico médico. Cerâmicas “*hard*” (duras) – exibem um conjunto de características opostas as anteriores. Deste grupo faz parte o PZT8 e PZT4. Este último é uma *piezocerâmica* com elevada resistência a despolarização e uma reduzida dissipação de energia elétrica. Esta é utilizada para fabrico de transdutores de elevada potência de emissão. O PZT8 apresenta melhores características com menor dissipação de energia elétrica e mecânica. Em 2006, a legislação da união europeia (EU) apresentou a norma que declarou a substituição de matérias “perigosos” (dos quais faz parte o chumbo) nos equipamentos ou instrumentos por aqueles que apresentam melhor segurança quanto ao seu uso. No entanto são feitas

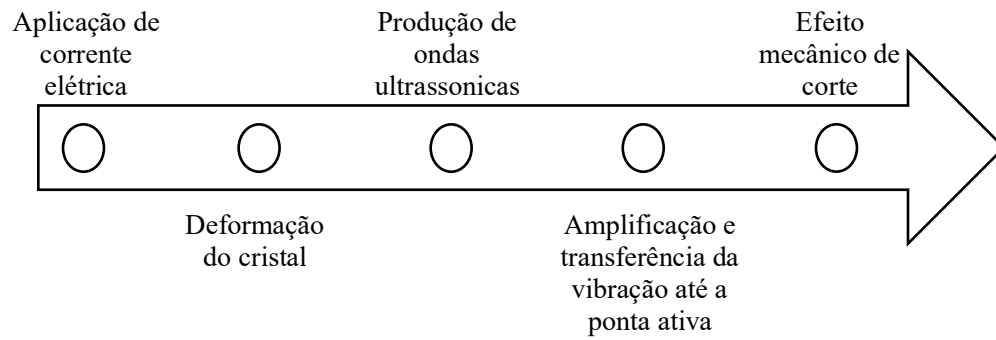
exceções em casos quando é impossível a substituição de um material pelo outro. A cerâmica PZT como referido acima, apresenta na sua constituição chumbo, um dos elementos proibidos pela EU. Porém, dada a ausência de material que apresente o mesmo desempenho, este continua a ser usado nos transdutores comercializados. A utilização do chumbo foi proibida devido a síntese de óxido de chumbo durante o fabrico dos equipamentos e libertação deste para o meio ambiente. Investigações recentes tentam substituir este elemento pelos cristais de alto desempenho piezoelétrico (Mathieson, 2012).

O terceiro grupo de matérias que exibem as mesmas características que o quartzo e PZT são os polímeros naturais como celulose e colagénio cujas propriedades piezoelétricas foram demonstradas desde 1940. Estes são compostos moleculares de grandes dimensões constituídos por monómeros que encontram-se agrupados em inúmeras cadeias interligadas entre si. Após 20 anos de estudos veio a demonstrar-se que polímeros sintéticos como PVDF, fluoreto de polivinilideno, apresentavam características piezoelétricas. Estes polímeros, a semelhança à *piezocerâmicas*, ao serem submetidos a forças de tração permitem a geração de piezoelectricidade. No entanto, ao contrário da *piezocerâmica*, possuem um coeficiente piezoelétrico negativo e por isso, quando são submetidos a passagem de corrente elétrica dá-se compressão do polímero enquanto que a cerâmica aumenta de dimensões (Mathieson, 2012).

Efeito piezoelétrico e piezoelectricidade tem vários campos de aplicação, tais como, dispositivos de ultrassom, de processamento de sinal, sensores piezoelétricos, que tem vindo a ser usados para efetuar medições e detetar certos parâmetros físicos e químicos como, temperatura, pressão, concentrações de gases assim como variações de campo eletromagnético (Tango, 2018).

As telas que respondem a pressão tátil, também tem como base o princípio de efeito piezoelétrico. Nelas são incorporados transdutores piezoelétricos que se encontram por baixo do elemento “membrana” (vidro, acrílico, etc) e que são responsáveis pela conversão de sinais elétricos em ondas de frequência ultrassónica. Quando o ecrã da tela é pressionado em determinado lugar a transmissão de ondas é interrompida o que permite registar deste modo a posição do dedo (Tango, 2018).

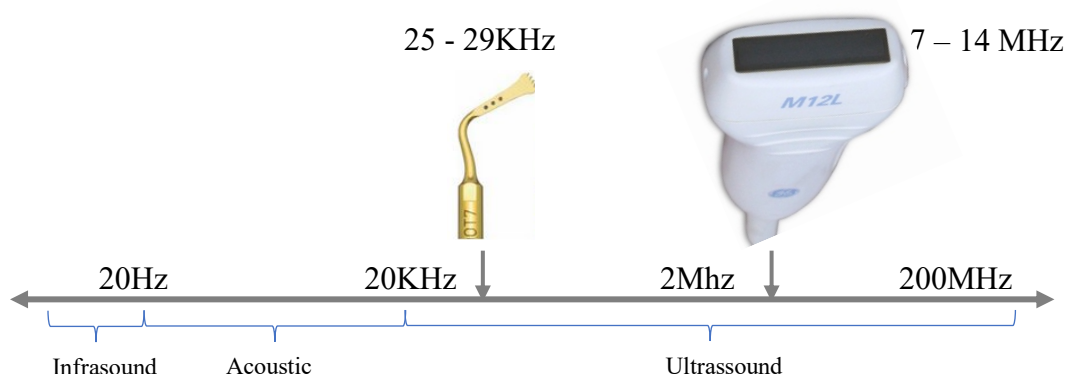
Piezoelectricidade também é aplicada em ciências médicas, nomeadamente em cirurgia, em procedimentos como *piezocirurgia*. Também foi utilizada em tratamentos de fertilidade, com objetivo de ativar oócitos, desempenhando uma papel importante como procedimento complementar durante a fertilização *in vitro* (Tango, 2018).



**Figura 2.** Representação esquemática do efeito piezoelétrico reverso. Adaptado de (Deepa et al., 2016)

## Ultrassom

Ondas de ultrassom são ondas elástico-acústicas com frequência de oscilação de aproximadamente 20 kHz, que são inaudíveis pelo ouvido humano (Harary et al., 2018). Apenas certos animais, conseguem captar frequências acima deste valor na ordem dos 40 kHz (Berg, 2017; Mathieson, 2012). Foi em 1950 que se utilizou pela primeira vez o ultrassom por Pohlman para tratamento de dor neuropática e dor muscular. Por outro lado, foi no mesmo período de tempo que Maintz demonstrou que o tecido ósseo ao ser submetido a ondas de ultrassom apresenta uma resposta positiva na recuperação e regeneração do tecido (Rahnama et al., 2013).



**Figura 3.** Representação esquemática de escala de som. Cedido por cortesia de: Dominik Hoigne

A aplicação de ultrassom nos dias de hoje engloba uma vasta gama de processos quer industriais quer médicos. A gama de frequência que pode ser produzida por aparelho de ultrassom pode ser agrupada em dois grandes grupos: ultrassom de baixa e elevada intensidade. No primeiro caso as ondas acústicas geradas não causam alterações na conformação nem propriedades físicas no meio em que são aplicadas, sendo usadas em procedimentos como testes imagiológicos a base de ultrassom para efetuar diagnóstico (Mathieson, 2012). A imagem é obtida por meio de emissão de ondas acima de 1 megahertz por um transdutor piezoelétrico direcionada para o tecido que pretendemos analisar. A sua propagação é alterada por meio de viscosidade de tecidos o que por sua vez causa a sua reflexão. Esta reflexão posteriormente é captada pelo sensor dando origem a uma imagem (Berg, 2017).

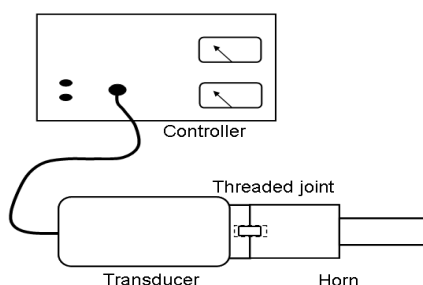
Apesar de meios imagiológicos como raio x e ressonância magnética também permitirem obtenção de imagens, o ultrassom apresenta características adjuvantes que permitem efetuar exames como movimento doppler. Característica fundamental que deve ser tida em conta é que no caso de obtenção de imagens por meio de ultrassom, o agente físico que nos permite visualizar o objeto é vibração mecânica e não uma radiação ionizante. Assim, constitui uma alternativa em circunstâncias clínicas, como meio



auxiliar de diagnóstico para além da utilização de raio x. Por outro lado, este último impossibilita a visualização de pequenas diferenças de tecidos moles. Assim, o ultrassom veio a demonstrar que é uma ferramenta útil no diagnóstico em obstetrícia em procedimentos como colheita de amostra de líquido amniótico para despistar alterações congénitas, pois permite guiar a agulha de modo a não comprometer tecidos intrauterinos e causar danos no feto. Por sua vez, permite observar e diagnosticar anormalidades no desenvolvimento fetal (Berg, 2017).

Quanto a segundo grupo, neste encontram-se agrupadas ondas de elevada intensidade, cuja propagação num meio físico causa mudança permanente do mesmo (Mathieson, 2012). Campos de aplicação médica incidem em tratamento de dores articulares pois a focagem de altas frequências de ultrassom pode ser usada para promover aquecimento interno dos tecidos, aliviando assim os sintomas. Pesquisas recentes sugerem que o mesmo princípio poderá ser usado para tratamento de tumores através do seu sobreaquecimento. Por sua vez, através de vibração mecânica obtida é possível proceder à eliminação de cálculos em órgãos ocos, com particular significado nas vias urinárias e biliares (técnicas designadas como de Litotricia). Uma variante de ultrassom é criação de vibração ultrassônica que aciona ferramentas diamantadas a fim de promover perfuração de materiais rígidos (Berg, 2017).

Um aparelho de ultrassom é constituído por dois componentes fundamentais: o gerador de energia e o transdutor. A função do transdutor ultrassónico é converter energia elétrica em movimento mecânico de frequência predefinida. Para então ocorrer a conversão de energia elétrica em mecânica, os transdutores apresentam na sua constituição materiais que são capazes de produzir efeito magnetostriativo ou efeito piezoelétrico inverso. Em muitos casos, a amplitude máxima de vibração gerada pelo transdutor não é suficiente para desempenhar certas funções, por isso, para solucionar o problema é desenvolvida uma peça intermédia “Horn” / amplificador, que é responsável pela amplificação da vibração produzida pelo transdutor (Mathieson, 2012).



**Figura 4.** Esquema do aparelho de ultrassom, adaptado de (Mathieson, 2012).

Existem vários tipos de transdutores, que se encontram classificados segundo a origem da energia (fonte) e segundo o meio em que serão propagadas as ondas formadas (Berg, 2017). Sabe-se que a velocidade com que as ondas ultrassônicas são propagadas no meio vão depender da viscosidade do material ou do meio. Esta propriedade permite por exemplo, determinar com base na viscosidade, os diferentes constituintes da célula utilizando a microscopia acústica (Berg, 2017; Harary et al., 2018).

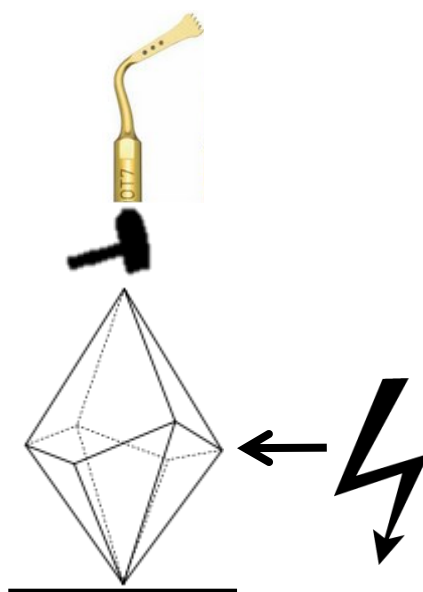
Encontram-se descritas duas formas de apresentação dos transdutores. Estes podem ser mecânicos que incluem os transdutores pneumáticos que geram baixa frequência de ultrassom e, segundo grupo, que compreende transdutores eletromecânicos. Estes apresentam campos de aplicação mais variados e incluem dispositivos que funcionam a base de efeito piezoelétrico e magnetostritivo (Berg, 2017). Materiais magnetostritivos, constituem um conjunto de elementos que ao serem submetidos a uma variação do seu campo magnético sofrem alteração da sua forma inicial. Por sua vez, a alteração da sua forma gera criação e emissão de ondas com uma determinada amplitude. Fazem parte deste conjunto os elementos ferromagnéticos, tais como o ferro e cobalto, materiais estes que possuem um campo magnético e são passíveis de serem polarizáveis (Mathieson, 2012). Os transdutores magnetostritivos por apresentarem gama reduzida de frequências ultrassônicas geradas são comumente utilizados em procedimentos de desgaste e corte de material. A descoberta de materiais piezoelétricos e possibilidade de conversão de campo elétrico em vibração mecânica, tornou os transdutores a base destes materiais mais versáteis quanto ao seu uso (Berg, 2017).

O primeiro dispositivo de perfuração óssea aplicado no campo de medicina deu origem a investigações que levaram à introdução de ultrassom em medicina dentária. Em 1952, a primeira unidade ultrassônica foi utilizada a fim de promover preparação cavitária e finalmente em 1988 foi adaptada à cirurgia oral (Rahnama et al., 2013). O princípio de funcionamento do primeiro aparelho era baseado na criação de ondas ultrassônicas a custa de um transdutor magnetostrictivo. O Transdutor encontrava-se ligado a um amplificador responsável pela captação, amplificação e transmissão de ondas ultrassônicas à ponta ativa conectada numa das extremidades. Para além dos elementos referidos, o dispositivo apresentava dois tipos de tubagens: (1) as que transportavam o líquido de arrefecimento do aparelho assim como (2) as que forneciam uma pasta abrasiva que era aplicada sobre a superfície óssea cuja função era aumentar o poder de corte da ponta de trabalho durante a cirurgia (Bejarano et al., 2016).

A constante evolução e avanço tecnológico permitiu incorporação de novos materiais no design do instrumento assim como, aumento de eficiência, rendimento e novos campos de aplicação. (Bejarano et al., 2016; Mathieson, 2012).

## Piezocirurgia

*Piezocirurgia* é uma técnica de corte de tecido mineralizado que usa vibrações ultrassônicas, geradas a custa de efeito piezoelétrico, para promover uma dissecação controlada de estruturas ósseas sem danificar estruturas moles adjacentes (Aly, 2018; Eggers et al., 2004). Foi introduzida e desenvolvida inicialmente em colaboração com o cirurgião italiano Tomaso Vercelloti em 1988 de modo a colmatar as limitações de cirurgia óssea tradicional (Abella et al., 2014). A gama de frequências gerada pela unidade piezoelétrica varia entre 25 – 30 kHz, dando origem a uma microvibração compreendida entre 60 a 200  $\mu\text{m/s}$  (Agarwal, 2014; Niranjani, 2014; Rullo et al., 2013). *A posteriori*, esta é amplificada e transferida através da peça de mão até a ponta ativa inserida numa extremidade resultando num movimento de corte linear, de frente para trás (Abella et al., 2014; Aly, 2018; Pavlíková et al., 2011; Pereira et al., 2014).



**Figura 5.** Exemplificação esquemática de funcionamento de unidade piezoelétrica. Cedido por cortesia de: Dominik Hoigne

A técnica em questão tem sido usada ao longo dos anos como uma das possíveis ferramentas médicas, em vários campos de medicina, para promover o corte de tecido mineralizado com base de microvibração ultrassônica. No entanto, apenas nos últimos anos é que começou-se a aplicar ultrassom de forma rotineira em atos clínicos (Labanca et al., 2008). A literatura descreve a utilização de *piezocirurgia* ao longo dos últimos anos em áreas como ortopedia, otorrinolaringologia, cirurgia maxilo-facial, cirurgia, neurocirurgia, sendo *a posteriori* o conceito de cirurgia ultrassônica adaptado mais especificamente a diferentes procedimentos em medicina dentária (Meller & Havas, 2017; Tharani et al., 2018).

## Vantagens

A grande gama de frequência permite ajustar a vibração das pontas, alterando deste modo a eficiência de corte do instrumento (Thomas et al., 2017).

### *Cicatrização e dor pós-operatória*

Pereira et al. (2014) constatou que ocorre uma melhor cicatrização dos tecidos. Dados recolhidos, demonstram que *piezocirurgia* promove uma reparação óssea mais eficiente, por meio de diminuição do número de células inflamatórias, verificando-se também um aumento de osteogénese.

### *Perdas sanguíneas intraoperatória*

Estudos, que compararam osteotomia realizada com a técnica convencional com brocas rotatórias e instrumentos manuais com *piezocirurgia*, mostram que a segunda apresenta melhor precisão de corte. Além disso, o local de intervenção encontra-se livre de sangue, dada a constante irrigação, o que permite uma boa visualização do campo operatório. assim como diminuição de perdas sanguíneas no decorrer da cirurgia (Silva et al., 2017; Thomas et al., 2017).

### *Risco reduzido de lesar tecidos moles*

Em casos de contacto direto de estruturas nervosas não há dissecação do nervo, mas sim somente uma possível alteração estrutural (bainha de mielina) e funcional do mesmo. Em outros estudos foi demonstrado que não é a vibração que causa lesão das estruturas nervosas, mas sim a pressão exercida sobre o mesmo (Abella et al., 2014).

Segundo Aly, (2018), não ocorre traumatismo térmico do osso. A análise microscopia de fragmentos ósseos obtidos após a *piezocirurgia* demonstrou a ausência de sinais de necrose de coagulação tipicamente encontrados durante remoção do mesmo pela técnica convencional. Estudos indicam que aquecimento do osso acima dos 47 °C durante um minuto está associada com irreversível dano celular e posterior substituição da zona necrosada pelo tecido adiposo, reduzindo significativamente a neoformação óssea (Abella et al., 2014; Aly, 2018).

No ramo de medicina dentária, tem-se descrito melhor conforto para paciente devido a ausência de macro vibrações (Aly, 2018). Após 6 meses à intervenção cirúrgica com uso de brocas e instrumentos manuais ou *piezocirurgia*, observou-se um distúrbio neuro sensorial de 4,7% nos pacientes que foram sujeitos a *piezocirurgia* comparativamente com os 61.6% observados após técnica convencional. Além disso, no primeiro caso, pacientes tiveram menor incidência de complicações pós-operatórias como inchaço, trismos e sensações dolorosas (Al-Moraissi et al., 2016; Badenoch-Jones et al.,

2016). Segundo Silva et al. (2017), os pacientes submetidos as cirurgias com ultrassom experienciaram um melhor pós-operatório.

## **Desvantagens**

### *Tempo de intervenção cirúrgica*

Badenoch-Jones et al. (2016) e Silva et al. (2017) demonstraram que a técnica cirúrgica com intervenção de ultrassom é uma técnica mais demorada comparativamente com a convencional. O Corte de tecido ósseo de elevada densidade pode levar até 4 vezes mais tempo que a instrumentação convencional com sistema rotatório (Deepa et al., 2016).

### *Curva de Aprendizagem*

Como qualquer outra técnica requer uma curva de aprendizagem, pois o incorreto manuseamento da mesma pode levar ao aparecimento de sequelas. O aumento de pressão exercida com a ponta sobre campo operatório pode levar com que a mesma deixe de vibrar o que por sua vez, ira promover a conversão de energia vibratória em calor (Aly, 2018; Thomas et al., 2017). Como fatores que agravam o aumento de temperatura temos elevada densidade óssea assim como ausência de irrigação. Foi demonstrado que há um maior aumento de temperatura local no caso de osteotomia realizada em osso com densidade elevada assim como maior aumento de temperatura aquando de ausência de irrigação, independentemente da densidade óssea. Por outro lado, concluiu-se que alterações térmicas em nada estão relacionadas com aparelho piezoelétrico (Delgado-Ruiz et al., 2016). Aly, (2018) e Walmsley, (2015) afirmam que uma leve pressão de aproximadamente 150 gramas é necessária para maximizar o corte efetuado e, se a mesma ultrapassar as 200 gramas a oscilação da ponta poderá ser suspensa. Cardoni et al., (2006), constataram que uso incorreto de ultrassom piezoelétrico pode desencadear um aumento de temperatura compreendido entre 50 a 60°C ou temperaturas mais altas, induzindo deste modo a necrose óssea. A utilização de pontas ativas com poder de corte reduzido, ou aplicação de carga excessiva sobre a peça de mão com uma frequência vibratória baixa podem levar a um aumento de temperatura nos tecidos locais (Cardoni et al., 2006)

### *Design da ponta ativa*

Casos descritos de osteotomias com elevada profundidade levantam problemas por as pontas ativas não apresentarem comprimentos do cabo necessários para executar procedimentos cirúrgicos em planos mais profundos (Thomas et al., 2017).

#### *Sobreaquecimento*

No caso de cirurgias prolongadas é aconselhável suspender a mesma durante certo intervalo de tempo para possibilitar o arrefecimento do equipamento (Eggers et al., 2004).

#### *Preço*

Arakji, (2016) apontou que a fratura das pontas ativas assim como o elevado preço do equipamento constituem uma das principais desvantagens.

### ***Piezocirurgia em Otorrinolaringologia***

Otorrinolaringologia foi um dos últimos ramos de medicina que procedeu a introdução desta técnica em atos cirúrgicos comparativamente as outras áreas. Isto deve-se a ausência de um corredor de acesso para permitir introduzir a ponta ativa do instrumento, devido a estreita proximidade de estruturas na cabeça e pescoço. Por outro lado, o *design* das pontas de trabalho não era apropriado para intervenções nesta área. No entanto, os avanços recentes e evolução das unidades piezoelétricas, com surgimento de várias pontas ativas, adaptadas a cada procedimento clínico, permitiu a aplicação de ultrassom em procedimentos otológicos e rinológicos (Meller & Havas, 2017).

Desde 2007 tem vindo a registar-se crescente número de investigações quanto a aplicação de PC no ramo de otologia. O corte ultrassônico usado para cirurgia otológica tem vindo a demonstrar que a sua aplicação em procedimentos cirúrgicos confere altos níveis de segurança e viabilidade no que diz respeito a preservação dos tecidos moles e melhores resultados quanto a percepção auditiva após cirurgia. Num estudo realizado, com amostra igual a 133 pacientes submetidos a procedimentos como descompressão do nervo facial, timpanectomia e remoção de tumor do ouvido medio, não se detetou nenhuma alteração quanto a percepção auditiva após *piezocirurgia* (Meller & Havas, 2017).

A evidencia científica tem vindo a demonstrar que a cirurgia com corte a base movimento ultrassônico apresenta elevado potencial quanto a diminuição de morbilidades decorrentes da cirurgia. Os equipamentos piezoelétricos que permitem a preservação de tecido mole são particularmente relevantes no ramo de otologia dado elevado risco de lesar estruturas como nervo facial e dura mater com auxílio de

instrumentos convencionas rotatórios (ICR) (Meller & Havas, 2017). Qualquer tipo de lesão do nervo facial constitui um desafio para o cirurgião pois pode levar a um quadro clínico com recuperação comprometida. Inicialmente, a utilização do martelo e o cinzel durante cirurgia da mastoide, tinha repercussões negativas no que diz respeito as lesões iatrogênicas do nervo facial, tendo uma percentagem de incidência relativamente alta, de aproximadamente 15%. No entanto, esta tem vindo a diminuir nos dias de hoje, pela introdução de técnicas recentes e meios de ampliação a fim de melhorar a abordagem cirúrgica (Salami et al., 2010).

Segundo Meller & Havas (2017), a redução de detritos ósseos formados pela PC em comparação com ICR parece ser uma vantagem. A presença destes condiciona o aparecimento de dores de cabeça pós-operatórias. A análise de osso temporal de cadáveres submetidos a oto-cirurgia demonstrou a presença de 25 vezes menos detritos ósseos no campo cirúrgico após intervenção com PC. No entanto foi constatado aumento do tempo médio de cirurgia e necessidade de mais estudos de modo a estabelecer evidente correlação (Meller & Havas, 2017).

Tireoplastia constitui uma técnica cirurgia que promove alteração na produção da voz. Durante esta é realizada uma janela na cartilagem tiroide com preservação do pericôndrio da superfície laríngea. A perfuração do mesmo com brocas rotatórias é uma complicação que ocorre na maioria dos casos. O estudo de cadáveres submetidos a tireoplastia com utilização de técnica tradicional num dos lados da cartilagem da tiroide e *piezocirurgia* do lado contrário demonstrou que no segundo caso verificou-se menor perfuração do pericôndrio (Meller & Havas, 2017).



**Figura 6.** – Ponta ativa. Comprimento: 9,9cm e 360° de superfície ativa Adaptado de: (Meller & Havas, 2017)

Quanto o rinologia, o avanço tecnológico permitiu fácil remoção dos tecidos a custa de desenvolvimento de peça de mão e pontas ativas com perfis que possibilitam abordar a cavidade nasal sob observação microscópica ou fibromicroscópica (Meller & Havas, 2017). A técnica ideal para estes procedimentos passaria por manter a integridade da mucosa nasal, assim como manutenção da adesão do periósteo a face lateral dos ossos da pirâmide nasal (Tirelli et al., 2015). Robiony et al., (2019), afirmam que as principais complicações pós-operatórias resultam da lesão do periósteo assim como, tecidos moles circundantes durante osteotomia. Sendo assim, a abordagem mais conservadora consiste



na execução da osteotomia através de acesso pelo interior da cavidade nasal ou oral, ou então pela via exterior através de acesso percutâneo (Aly, 2018; Tirelli et al., 2015). Sendo assim, os instrumentos rotatórios não são os mais indicados. O controle da osteotomia que é feito de forma transcutânea ou endonasal não é fácil, e, por isso, o uso de técnicas conservadoras como *piezocirurgia* é fundamental nestes casos (Gonzalez-Lagunas, 2017). Dada a preservação de tecidos moles, ocorre melhor estabilização de fragmentos ósseos após osteotomia. Há menor risco de edema e equimoses, assim como diminuição de dores após cirurgia (Gonzalez-Lagunas, 2017; Tirelli et al., 2015). Robiony et al., (2019), avaliaram complicações pós-operatórias em 183 pacientes submetidos a rinoplastia com osteotomia da face externa da parede nasal, através de acesso percutâneo. Os resultados do estudo demonstraram que apenas 3,3% dos pacientes demonstraram complicações severas (Robiony et al., 2019)



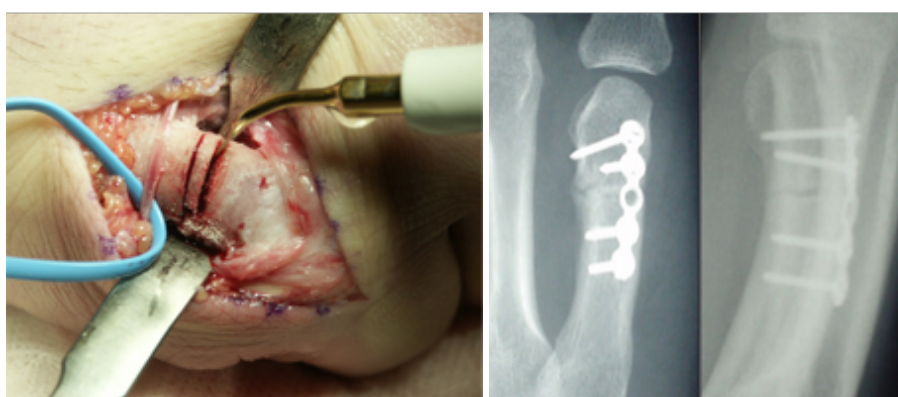
**Figura 7.** – Peça de mão e pontas ativas para rinoplastia. Adaptado de: (Meller & Havas, 2017)

Apesar de nos últimos anos ter se verificado um aumento crescente de aplicação de *piezocirurgia* em otorrinolaringologia em procedimentos de remoção de tecido mineralizado, parâmetros como perda de sangue e morbidade pós cirúrgica carecem ainda de estudos futuros a serem realizados. Apesar de não haver um consenso nos resultados referentes a esses parâmetros, a evidência científica tem vindo a demonstrar que resultados clínicos finais após *piezocirurgia* são muito similares a técnica convencional. Alguns autores apontam como desvantagem o custo associado a compra do equipamento, pois os aparelhos desenhados para esta área apresentam um custo elevado (Meller & Havas, 2017). Apesar de *PC* apresentar curva de aprendizagem, esta é considerada ser uma técnica que facilmente é executada tanto pelos profissionais mais novos como médicos com anos de experiência com técnica convencional (Meller & Havas, 2017). Mirza et al., (2019) sugerem que, com aumento de prática, a diferença temporal que se verifica entre execução das duas técnicas ira tornar-se cada vez menor (Mirza et al., 2019).

## **Cirurgia ortopédica**

Para executar osteotomia na mão, habitualmente são utilizados instrumentos em forma de serra em movimento oscilatório para efetuar o corte tecidos duros. Apesar de apresentarem diferentes conformações e design, não dão segurança quanto ao seu uso em proximidade com artérias e nervos assim como não permitem a utilização de meios de ampliação (Hoigne et al., 2006). Hoigne et al., (2006) afirmam que o aparelho piezoelétrico é ideal para cirurgia ortopédica da mão. O corte é muito preciso com bordos regulares, sem haver necessidade de usar um cinzel. Durante a osteotomia, a ausência de macro movimento e perturbações do campo de visão permite utilização de meios de magnificação como por exemplo uma lupa. Para contornar problemas como dificuldade de corte foi demonstrado que não existe necessidade de aumentar a pressão exercida, como é característico dos materiais convencionais como cinzeis e brocas acionadas pelo motor, mas sim encontrar a pressão correta do funcionamento do aparelho (Hoigne et al., 2006).

Num relato de caso em que se realizou osteotomia do metacarpo para corrigir uma deformação óssea de 45°, ao aumentar a pressão exercida obteve-se como resposta uma diminuição da vibração da ponta ativa assim como na eficiência do corte. Neste foi demonstrado também que as vantagens mencionadas assim como uma boa visibilidade do campo operatório permitiu uma melhor visualização e preservação de tendões e nervos (Hoigne et al., 2006).



**Figura 8.** – Cirurgia da Mão: osteotomia de correção de deformação óssea do metacarpo. Cedido por: Dominik Hoigne

Quanto a facilidade de utilização do aparelho está descrito que o mesmo permite efetuar movimentos comparáveis a uma caneta em todas as direções permitindo executar

corte linear e curvo. No entanto autores referiram que o tempo é um parâmetro negativo pois despendiam mais tempo durante a cirurgia do que o usual. Apesar de a potência do dispositivo poder ser ajustada, a técnica cirúrgica em questão enquadra-se melhor em cirurgias *minor*, onde o risco lesar tecidos moles é mais elevado. Foi constatado que a menor retração de tecidos moles assim como lesão do periósteo permite uma melhor cicatrização e um período de recuperação mais rápido sem perda de sensibilidade local (Hoigne et al., 2006).

Outro campo de aplicação de *piezocirurgia* em ortopedia é remoção de placas e parafusos de titânio que são utilizadas para estabilizar estruturas ósseas. A remoção destas é considerado um desafio clínico devido ao crescimento de tecido mineralizado em cima do acesso dos parafusos, impedindo a conexão de chave para desaparafusar os mesmos. Por sua vez, a remoção de tecido mineralizado terá que ser feita de forma a não danificar a fenda do parafuso onde será inserida a chave (Labanca et al., 2008).

Russo et al., (2019) utilizaram *piezocirurgia* para tratamento de patologia do pé e tornozelo, nomeadamente osteotomia para correção de hálux valgo. É uma patologia caracterizada pelo deslocamento lateral do hálux com deslocamento medial da articulação metatarso-falângica. Apresenta uma prevalência de aproximadamente 23% em faixa etária compreendida entre os 16 e 65 anos. Autores observaram melhores resultados quanto a cicatrização dos tecidos assim como preservação óssea durante osteotomia devido a menor espessura de corte. A perda de maior quantidade de tecido mineralizado nas técnicas convencionais, produzindo uma maior largura do istmo de osteotomia pode levar ao encurtamento do metatarso que *a posteriori* poderá levar a necessidade de cirurgias subsequentes. Quanto a duração da cirurgia verificou-se um aumento de 35% de tempo gasto (Russo et al., 2019).

Por ser considerada uma técnica mais demorada, em cirurgias complicadas, alguns autores aconselham usar a combinação de técnicas manuais e PC, começando por fazer incisão com esta última e utilizar um cinzel no final (Labanca et al., 2008). Hoigne et al., (2006) afirmaram que *piezocirurgia* é uma ferramenta útil em cirurgias *minor* de ossos longos com uma excelente performance em cirurgia da mão e coluna vertebral (Hoigne et al., 2006).

## **Cirurgia Maxilo-facial**

Osteotomia Le Fort I constitui uma técnica cirúrgica que é utilizada para correção de alterações ósseas como hipoplasia do terço medio da face e excesso de crescimento vertical de modo a corrigir a má oclusão de classe II e classe III (Alves et al., 2018). O seu planeamento é baseado em vários parâmetros, nomeadamente na execução de um correto estudo cefalométrico, análise dos modelos de gesso assim como recolha de informação clínica relevante. Após o estudo realizado, é efetuada a confeção de placas de acrílico de modo a transferir o resultado do planeamento para bloco operatório a fim de estabelecer correto reposicionamento maxilar (Lartizien et al., 2019).

A técnica consiste numa abordagem cirúrgica com execução de corte horizontal da face, nomeadamente osso maxilar, com possível segmentação do osso e disjunção óssea pterigo-maxilar. O objetivo da cirurgia baseia-se num reposicionamento de ossos da face no sentido ântero-posterior, com ou sem rotação, de modo a estabelecer a correta oclusão, alcançar melhor função mastigatória, fonética e estética. Em casos específicos a alteração de relação espacial entre arcadas pode levar a uma diminuição da sintomatologia dolorosa da articulação temporomandibular. São várias as complicações intra- e pós-operatórias que podem ocorrer, sendo que o grupo major compreende lesões vasculares e nervosas como também inflamação local. As lesões do tecido nervoso, nomeadamente ramos major como nervo ótico e facial ou mesmo ramo do trigémio, ao contrário das outras complicações descritas poderão aparecer passado horas ou alguns dias após a intervenção cirúrgica, levando a uma perda de sensibilidade da área afetada. Por sua vez, o período de recuperação pode variar entre dias a semanas apresentado 50% das cirurgias efetuadas lesão de estruturas nervosas. A complicação mais grave constitui a perda de visão devido a lesão do nervo ótico quer pelo contacto direto com instrumento de corte como também de forma indireta pela presença de fragmentos ósseos no canal ótico. Outra possível causa de lesão constitui a menor perfusão sanguínea do cérebro que poderá levar a neuropatia isquémica e oclusão da artéria da retina. Quanto a lesão do nervo facial, esta pode manifestar-se de duas formas, ou diminuição de perceção gustativa ou pelos distúrbios motores. Quanto a última manifestação, esta resulta de lesão direta do nervo enquanto a primeira poderá ser manifestação de dano direto ou indireto das estruturas nervosas. Os dados recolhidos pela revisão sistemática do Alves et al., (2018) demonstram que se observa potencialmente uma redução da função do paladar nos seis meses subsequentes a cirurgia (Alves et al., 2018).

Labanca et al., (2008) realizaram um estudo de serie de casos, submetendo 14 pacientes a cirurgia Le fort I com auxílio de corte ultrassônica de complexo pterigomaxilar tendo-se verificado ausência de danos nos vasos como artéria palatina descendente e estruturas nervosas. Foram relatadas menores perdas sanguíneas como também menor incidência de manifestações como hematomas e inchaço (Labanca et al., 2008).

Anquilose da articulação temporo-madibular, constitui uma desordem cada vez mais frequente, caracterizada pela alteração da arquitetura normal da articulação, com uma severa remodelação óssea associada, como também a fusão entre duas superfícies articulares (Nogami et al., 2014). *Condilectomia*, cirurgia durante a qual se prevê a remoção do côndilo da mandíbula, é considerada uma opção terapêutica viável para permitir a mobilização da articulação (Aly, 2018; Nogami et al., 2014). Como qualquer procedimento cirúrgico requer elevado nível de acurácia pois, existe elevado risco associado a ocorrência de morbidades pós-operatórias, resultante da lesão direta ou indireta de acidentes anatómicos, nomeadamente a artéria e nervo facial, assim como o plexo pterigóideo. Por isso, o correto planeamento pré e pós-operatório é fundamental para o sucesso da cirurgia, assim como a correta seleção dos instrumentos (Nogami et al., 2014).

Bell & Guerrero, (2006) descreveram um caso clínico de uma paciente com anquilose da articulação temporo-mandibular com abordagem *piezocirurgica* do caso. O paciente compareceu a consulta com anquilose da articulação temporo-mandibular após sucessivas fraturas do côndilo articular da mandíbula. Paciente assintomática do ponto de vista da dor e com diminuição de abertura máxima da boca (12mm) assim como limitação nos movimentos de protração e lateralidade. Foi efetuada remoção cirúrgica da zona anquilosada assim como do processo coronoide com auxílio de *piezocirurgia* com regularização de superfícies ósseas e interposição de uma membrana entre estruturas articulares que foi removida 4 meses após cirurgia. Numa consulta de *follow up* de um ano a paciente apresentou melhorias quanto a abertura máxima, atingindo valores na ordem dos 30 mm. A opção cirúrgica apresentada não é ideal para o tipo de lesão descrita, mas ela é representativa da validade da abordagem com recurso a instrumentos piezoelétrico (Bell & Guerrero, 2006).

Aly (2018), afirma que instrumentos piezoelétricos oferecem vantagens durante osteotomias complexas. As vantagens conferidas pela *piezocirurgia*, permitem tornar o procedimento cirúrgico mais seguro e eficiente para tratamento de anquilose (Aly, 2018).

## **Neurocirurgia**

Cada vez mais dados encontram-se disponíveis na literatura acerca de campos de aplicação de PC. A parte major da informação provem da publicação de artigos de estudos de relato de caso único ou serie de casos, do ramo de cirurgia maxilo-facial (Massimi et al., 2019). Os primeiros estudos por apresentarem bons resultados quanto a segurança da sua utilização permitiram o alargamento da sua utilização em campos médicos nomeadamente procedimento neurocirúrgicos como por exemplo abertura do canal auditivo interno para remoção de schwannoma, tumor de sistema nervoso periférico resultante de células de schwann, também designado por tumor da Bainha do Nervo (Grauvogel et al., 2018). A utilização de PC foi testada em intervenções como craniotomia / cranioplastia em regiões de elevada exigência estética como também para cirurgia trans-esfenoidal e cirurgia da coluna vertebral. Por sua vez, também se encontra descrita a sua aplicação em neurocirurgia pediátrica em procedimentos cirúrgicos craniofaciais (Massimi et al., 2019).

Grauvogel et al., (2018) descreveram o uso de PC em abordagem cirúrgica de acesso ao cerebelo a fim de permitir remoção de alterações patológicas dos tecidos. A técnica cirúrgica descrita constitui acesso ao sistema nervoso pela face lateral suboccipital, por permitir ótimas condições de visualização. No entanto, riscos associados como lesão do seio sigmoide e seio transversal podem levar a complicações graves como edema cerebral como também, possível hemorragia intraoperatória, trombose ou embolismo. Dada a variação anatómica que existe do percurso do seio sigmoide e transversal, aumenta o risco de executar osteotomia nessa zona. No estudo referido, 22 pacientes foram submetidos neurocirurgia com auxílio de unidade piezoelétrica, tendo-se separado a amostra em dois grupos, grupo A constituído por 6 pacientes que foram intervencionados com técnica convencional com brocas rotatórias e *piezocirurgia* e grupo B constituído por 16 pacientes que apenas foram submetidos a *piezocirurgia*. Neste último grupo, como não se realizou acesso inicial com técnicas convencionais, autores detetaram algumas desvantagens quanto ao seu uso. O istmo de separação por ser muito estreito não permite colocar nenhum tipo de instrumento para levantar o retalho ósseo. Por sua vez, não é possível promover dissecação da dura mater do revestimento interno do

osso suboccipital. Autores relatam a necessidade de uma ótima dissecação de margens ósseas pois se não for efetuada, não será possível levantar o retalho. Diferentes densidades e espessuras do tecido ósseo são a razão pela qual também, o descolamento do retalho é comprometido, pois não permite corte uniforme em toda a extensão. Isto por sua vez, poderá levar ao aparecimento de repercussões nos tecidos moles uma vez que, torna-se necessário passar novamente a ponta ativa nas zonas onde o tecido duro já tinha sido cortado. Estes afirmam que a craniotomia executada com corte ultrassônico é uma técnica de corte preciso, com linha de corte regular e bons resultados estéticos pois, a necessidade de executar cranioplastia é mínima. Porém, dada a seletividade do equipamento para corte de tecido mineralizado, em neurocirurgia, a PC pode levar a ocorrência de pequenas lesões nas estruturas moles adjacentes. Os resultados obtidos demonstram que a utilização de *piezocirurgia* para execução de craniotomia suboccipital lateral carece ainda de estudos a fim de comparar os resultados entre *piezocirurgia* e uso de técnicas convencionais (Grauvogel et al., 2018).

Segundo Massimi et al., (2019), a PC permite utilização conjunta de microscópio para correção de sinostose assim como realização de laminectomia a fim de remover parte mineralizada do ligamento amarelo. A ossificação do ligamento amarelo foi descrita pela primeira vez em 1920 como causa principal de mielopatia torácica com população alvo compreendida entre 40 a 60 anos, com maior incidência no sexo masculino. Como resultado, a mineralização descrita pode levar ao enfraquecimento muscular, dormência, perda de sensibilidade e em estado mais evoluído paraplegia. Quando o tratamento conservativo não apresenta eficácia, laminectomia é a técnica a qual se recorre com elevada frequência para o tratamento desta patologia, sendo dividida em laminectomia parcial ou de bloco (Liu et al., 2019).

Segundo Liu et al.,(2019), o sistema de arrefecimento da unidade piezoelétrica permite um bom arrefecimento do aparelho sem portanto, causar dano térmico tecidual na medula espinhal durante o seu uso contínuo. Por sua vez, o efeito de cavitação permite excelentes condições de visibilidade aumentando a segurança da cirurgia (Liu et al., 2019). As pontas ativas por apresentarem formas diferenciadas e diâmetro muito fino, permitem a execução da laminectomia com mínima perda óssea e no final, uma adaptação de bordos ósseos sem necessidade de meios auxiliares de fixação. Autores descrevem a utilização de PC em hemilaminotomia da vertebra cervical C2 afirmando ser um procedimento de fácil execução com ótima adaptação de bordos ósseos que favorece uma boa estabilização do retalho. Em neurocirurgia pediátrica esta característica constitui uma

vantagem uma vez que, no caso de craniotomia, não é vantajosa a utilização de barras de fixação dada a presença de uma espessura e densidade óssea muito fina (Massimi et al., 2019).

Os resultados do estudo realizado demonstram que *piezocirurgia* preserva tecidos moles, mas em casos como dura mater muito aderida a face interna do revestimento ósseo como é o caso de pacientes que sofreram traumatismo craniano e pacientes idosos, existe a possibilidade de danificar a integridade dos tecidos. Por sua vez, pode ser considerada uma ferramenta pouco útil em casos de emergência dado maior tempo despendido durante a cirurgia (Massimi et al., 2019).



## **Aplicações de *Piezocirurgia* em Medicina Dentária**

### **1. Lateralização do nervo alveolar inferior**

A reabilitação oral com implantes é umas das possíveis propostas terapêuticas para solucionar ausência de dentes em doentes desdentados totais ou parciais. Para tal, a cirurgia de colocação de implantes quer na maxila como na mandíbula requer uma quantidade suficiente de tecido ósseo. No segundo caso, a quantidade de osso acima do nervo alveolar inferior terá de ser aquela que é capaz de sustentar um implante com determinado diâmetro e comprimento a fim de evitar a lesão do respetivo nervo durante a cirurgia. Para solucionar o problema em causa surgiram várias técnicas com intuito de contornar o mesmo, providenciando soluções adequadas a cada caso (De Vicente et al., 2016).

Na literatura encontram-se descritas as seguintes técnicas passíveis de serem usadas: uso de implantes com comprimento reduzido, adaptado a altura óssea que o paciente possui, enxerto vertical de osso e lateralização do nervo alveolar inferior. O uso de implantes curtos condiciona a taxa de sucesso do procedimento a longo prazo. Por outro lado, enxertos ósseos verticais podem condicionar aparecimentos de problemas como edema, infeção, reabsorção e perda do enxerto (Aulestia-viera et al., 2017).

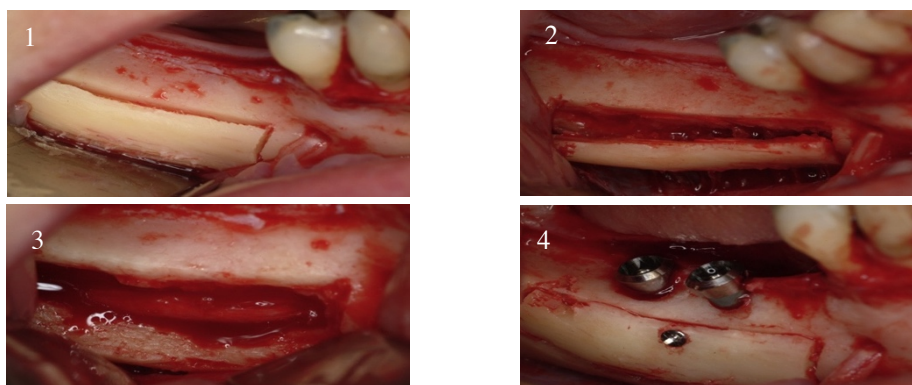
No caso de pacientes edentulos, a localização do nervo alveolar inferior pode apresentar diferentes alterações de distância do canal dentário inferior até topo da crista óssea, dependendo do grau de atrofia e reabsorção óssea da zona. Por isso, no caso de reabilitação de pacientes com falta de osso na região mandibular, pode ser necessário recorrer a técnica de lateralização do nervo alveolar inferior. Esta técnica está indicada quando não é possível fazer regeneração óssea guiada permitindo assim aumentar o mesmo desviando o trajeto anatómico do nervo e preservar a inervação do andar inferior da face (Aly, 2018; Aulestia-viera et al., 2017; De Vicente et al., 2016).

Encontram se descritas duas variações da mesma técnica: lateralização através de uma osteotomia que vai para além da zona onde vão ser colocados implantes inclui o forâmen mentoniano, assim como uma segunda variação em que há preservação do mesmo e criação de uma janela óssea posterior a saída do nervo mentoniano. Em ambos os casos há um deslocamento temporário do NAI do seu trajeto anatómico para serem colocados os implantes e, posteriormente, é reposicionado de novo no canal, separado dos mesmos pelo material de enxerto. Desta forma é possível selecionar um comprimento adequado dos implantes (De Vicente et al., 2016). Como qualquer procedimento

cirúrgico, a técnica descrita apresenta certas desvantagens, nomeadamente parestesia transitória pós cirurgia resultante do manuseamento ou lesão do NAI (De Vicente et al., 2016).

Para contornar e minimizar o risco de lesar estruturas nervosas e diminuir nevralgia pós cirúrgica foram introduzidas no mercado vários métodos alternativos com objetivo de efetuar uma osteotomia mais segura. A aplicação de *Piezocirurgia* em lateralização do NAI permitiu não só preservar os tecidos moles adjacentes, mas também reposicionamento de tecido ósseo removido da zona vestibular para obter a janela de visualização do nervo (De Vicente et al., 2016; Pereira et al., 2014).

Num estudo realizado em 20 pacientes submetidos a osteotomia sagital bilateral da mandíbula com auxílio de cirurgia piezoelétrica foi demonstrado que o nervo alveolar inferior não foi afetado em nenhuma cirurgia (Aly, 2018). Em estudo similar a anterior 13 pacientes foram submetidos a cirurgia de colocação de implantes com lateralização do NAI. Após 3 meses a cirurgia, 11 dos pacientes não apresentavam qualquer sequela da cirurgia tendo-se restabelecido a inervação normal, sem haver comprometimento funcional da área de intervenção. Por outro lado, em todos os implantes verificou-se osteointegração assim como, não se verificou evidente perda óssea peri implantar (De Vicente et al., 2016).



**Figura 9.** Cirurgia de lateralização do NAI. Osteotomia realizada com dispositivo piezoelétrico; 2 – parede óssea vestibular removida de modo a obter acesso ao NAI; 3 – Nervo alveolar inferior exposto; 4 – Cortical vestibular reposicionado no local original. Adaptado de (De Vicente et al., 2016)

## 2. Elevação do pavimento do seio maxilar

O seio maxilar é a maior cavidade anatômica de entre os seios peri-nasais. Apresenta-se forma piramidal com aproximadamente 15ml de volume, e um orifício de drenagem, denominado por óstio do seio maxilar, localizado ao nível do meato médio das fossas nasais. É vascularizado pelos ramos colaterais da artéria maxilar, nomeadamente: (1) artérias alveolares posteriores e superiores, (2) artéria infraorbitária e (3) artéria esfenopalatina. Por sua vez, a inervação do seio maxilar, é proporcionada pelos nervos alveolares superiores (1) posteriores, (2) médios e (3) anteriores, assim como, pelo (4) nervo palatino maior e (5) infraorbitário (Danesh-Sani et al., 2016; Netter, 2014).

No caso de reabilitação da zona posterior da maxila com implantes, a sua colocação muitas vezes é condicionada pela sobre extensão do seio maxilar, devido a ausência de dentes, o que leva a diminuição da altura de cortical óssea, essencial para colocação dos mesmos, principalmente quando se trata de maxila atrofica. É de referenciar que estas cavidades anatômicas tendem a aumentar de tamanho ao longo da vida, pelo que é frequente encontrar porções radiculares de pré-molares e molares superiores fazendo procidência no seu interior. Nesta perspetiva surge então a técnica de elevação do assoalho maxilar, um método que permite ultrapassar o problema da baixa disponibilidade óssea local. A técnica em questão, foi proposta pelo Tatum em 1976 e consiste em fazer uma janela na parede lateral do seio através de execução de uma osteotomia e posterior descolamento e elevação da membrana de Schneider, para *a posteriori* preencher o espaço obtido com material de enxerto, com o objetivo de promover a regeneração óssea da zona. De acordo com protocolos estabelecidos, esta técnica pode ser feita em um ou dois tempos. No primeiro caso, simultaneamente com enxerto ósseo é realizada a colocação do implante, e no segundo, a cirurgia de reabilitação com recurso a implantes é realizada após regeneração (Baldi et al., 2011).

Em 1994, uma técnica menos invasiva, foi proposta pelo Summers. Porém só pode ser utilizada em pacientes que apresentam pelo menos 5mm de espessura óssea remanescente entre topo da crista óssea e seio maxilar. Esta é baseada na execução de osteotomia supracrestal até deixar 1mm de osso da margem do assoalho do seio (de forma empírica correspondente à parede cortical). De seguida partículas de material regenerador são introduzidas no interior da zona do osso removido, e é exercida pressão no sentido apical (por meio de instrumento adequado) de modo a promover elevação da membrana e parede residual do pavimento do seio que sofre fratura durante a pressão exercida (Danesh-Sani et al., 2016)

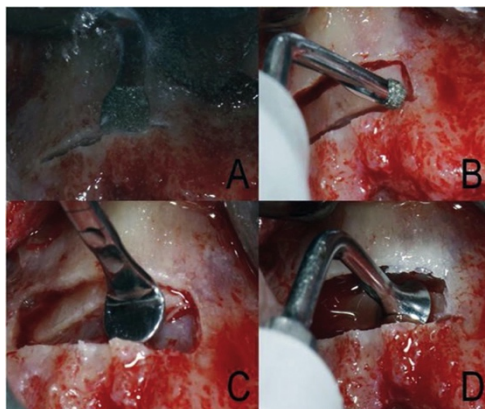
Umas das complicações possíveis de ocorrer durante este procedimento é perfuração da membrana de Schneider assim como sangramento induzido pela rutura de um dos vasos de maior calibre (Danesh-Sani et al., 2016; Purushotham, 2016). A rutura pode-se dar durante a preparação de janela lateral de acesso como também, durante o descolamento da mesma (Purushotham, 2016). A preservação da integridade da membrana é crucial para manutenção e estabilização do enxerto assim como, ausência de uma possível infecção de caráter patológico do seio maxilar (Pereira et al., 2014).

Quando é detetada a rutura da membrana, deve-se proceder primeiro a análise de possível reparação da mesma (Arakji, 2016). No caso de a perfuração ser de tamanho reduzido, é possível ocorrer a regeneração da área pela própria membrana. Caso esta seja maior que 2 mm deve se proceder a reparação com recurso a membranas de colagénio reabsorvíveis (Danesh-Sani et al., 2016). Caso o comprometimento seja demasiado extenso, deve se parar a tentativa de regeneração óssea, aguardando pela cicatrização e regeneração da membrana de Schneider (Arakji, 2016).

Danesh-Sani et al., (2016) afirmam que a sobrevivência dos implantes após perfuração da membrana é um assunto controverso uma vez que não existe um consenso nos resultados dos estudos analisados.

Por sua vez, o excessivo sangramento resultante da rutura dos vasos pode ser controlado pela aplicação de pressão sobre a área, uso de agentes vasoconstritores, uso de eletrocoagulação assim como sutura (Danesh-Sani et al., 2016).

Num estudo realizado, a probabilidade de causar a rutura da integridade da membrana ronda aproximadamente os 30% no caso de osteotomia com instrumentos rotatórios e diminui para 7% com recurso a cirurgia com auxílio de ultrassom (Thomas et al., 2017).



**Figura 10.** Técnica de janela lateral para elevação do pavimento do seio maxilar usando piezocirurgia. Imagem A e B mostram as pontas diamantadas plana e redonda para executar osteotomia. Imagens C e D mostram pontas não cortantes usadas para fazer descolamento e elevação da membrana. Adaptado de (Aly, 2018).

### 3. Implantologia

Os implantes dentários transformaram drasticamente o conceito de reabilitação oral, tanto em pacientes desdentados parciais como totais. A reabilitação dos espaços edêntulos com recurso a implantes endósseos é um plano de tratamento que se encontra cientificamente comprovado e bem documentado e, para o seu sucesso, a osteointegração é fundamental. Este conceito foi proposto por Branemark, quando este observou que blocos de titânio colocados no fêmur de coelhos sofriam anquilose com o osso circundante. Desde então, vários estudos foram desenvolvidos nesta área (Sivaraman et al., 2018).

A estabilidade primária e secundária, que fazem parte do processo de osteointegração, são dois conceitos fundamentais para o sucesso de reabilitação oral com recurso a implantes osteointegrados. A estabilidade primária é fenómeno mecânico caracterizado pela retenção do implante pela zona recetora. É influenciada por inúmeros parâmetros, entre os quais se destaca o tipo de osso do paciente assim como, a técnica cirúrgica a ser utilizada. A preparação da zona onde *a posteriori* vai ser colocado o implante com auxílio de cirurgia piezoelétrica, confere inúmeros benefícios, nomeadamente: melhor estabilidade primária do implante, ótima osteointegração e melhor cicatrização pós-operatória. Foi relatado que a melhor estabilidade primária deve-se ao fato de ocorrer compressão óssea durante preparação da zona recetora com ultrassom (Amghar-Maach et al., 2018).

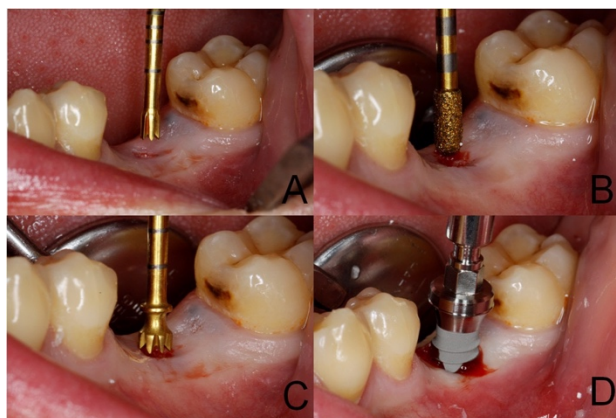
Aly (2018), demonstrou que o sobreaquecimento do osso durante a perfuração óssea para colocação dos implantes afeta negativamente o sucesso da cirurgia, nomeadamente o processo de osteointegração em si. Foi descrito também que a produção de calor varia consoante a ponta que é utilizada. Caso a técnica piezoelétrica seja executada de forma incorreta pelo operador a temperatura circundante pode atingir valores acima do normal, desencadeando a necrose óssea.

Uma vez que não ocorre trauma excessivo do osso circundante, com ausência de zonas de necrose, a remodelação óssea que dá-se após cirurgia é mínima, tendo repercussão positiva na estabilidade do implante ao longo de cicatrização (Amghar-Maach et al., 2018).

No entanto, dadas as vantagens enumeradas acima, a análise dos resultados da meta análise do Amghar-Maach et al., (2018) demonstram que não existe diferenças significativas na estabilidade do implante no período de osteointegração comparativamente com técnica convencional. Por outro lado, não existe diferença na taxa

de sobrevivência dos implantes, obtendo-se uma percentagem de aproximadamente 99.2 % para cirurgia piezoelétrica e 97.7% para técnica convencional (Amghar-Maach et al., 2018).

Para melhorar o desempenho clínica durante a cirurgia de colocação de implantes foram então desenvolvidas inúmeras pontas ativas, individualizadas para diferentes casos, de modo a facilitar e padronizar a técnica de colocação de implantes com recurso a *piezocirurgia* (Aly, 2018).



**Figura 11.** Preparação piezoelétrica da zona edentula com sequencial colocação do impante. Sequencia de brocas de A para D. Adaptado de (Yaman & Suer, 2013)

#### **4. Exodontia dos terceiros molares**

É um dos procedimentos cirúrgicos mais frequentemente realizados na prática clínica. O nível de complexidade da extração pode variar desde uma intervenção simples até níveis de dificuldade extrema dependendo da localização e profundidade em que se encontra o dente no osso assim como a angulação do mesmo. As complicações mais frequentes resultantes da erupção dos terceiros molares, constituem a formação de abscesso periodontal e pericoronarite. Por sua vez, a erupção dos terceiros molares pode condicionar ao aparecimento de lesões cariosas na face distal do segundo molar por comprometimento de higienização da zona (Dias-Ribeiro et al., 2018).

Os resultados mostraram um aumento do conforto pós-operatório imediato quando a extração é feita com auxílio de *piezocirurgia* comparativamente com técnica cirúrgica convencional. Os pacientes relataram dor mais intensa após cirurgia clássica se bem com uma duração média mais curta nesta opção face a PC (Rullo et al., 2013).

Dias-Ribeiro et al., (2018) afirmam que, quanto a ocorrência de trismus pós cirurgia, no caso de utilização de dispositivo piezoelétrico, estes são menos frequentes.

No entanto, este é um assunto controverso uma vez que não existe consenso a esta informação (Dias-Ribeiro et al., 2018).

## 5. Periodontologia

Periodontite é uma doença inflamatória crônica, caracterizada pela destruição dos tecidos periodontais de suporte do dente. As alterações que ocorrem devido a condições não fisiológicas estabelecidas levam a alteração da arquitetura dos mesmos. Consequentemente o restabelecimento do formato ósseo será necessário para obter a normal anatomia dos tecidos periodontais (Lang & Lindhe, 2015). Para tal, eram e continuam a ser usados ainda, instrumentos manuais e rotatórios, apresentando cada um dos referidos possíveis vantagens e desvantagens (Anitha et al., 2015). Os instrumentos manuais são utilizados no caso de corte de tecido menos mineralizado, tendo como principais desvantagens falta de precisão de corte e o fato de não poderem ser utilizados em casos mais complexos. Os instrumentos rotatórios surgiram com objetivo de solucionar este último problema, porém, sobreaquecimento e sensibilidade tátil dos mesmos continua a ser um inconveniente ainda nos dias de hoje (Vineet Soni, Ramprasad Reddy, Srikanth M, 2016). Com surgimento de *piezocirurgia* e com a sua constante evolução e alargamento de campos de aplicação, esta veio substituir as técnicas convencionais, prometendo ser uma técnica mais segura e eficiente (Anitha et al., 2015; Vineet Soni, Ramprasad Reddy, Srikanth M, 2016). No ramo de Periodontologia são inúmeras as aplicações da técnica mencionada, nomeadamente: O desbridamento do sulco ou bolsa periodontal, com objetivo de promover o rompimento dos biofilmes microbianos, placa bacteriana mineralizada (cálculo) tendo como função restabelecer a compatibilidade biológica dos tecidos. Para tal podem ser utilizados instrumentos manuais, e mecânicos como os de atividade sônica e ultrassônica (Lang & Lindhe, 2015).

Para tratamento periodontal não cirúrgico a utilização de instrumentos manuais confere uma boa sensação tátil, mas tende a ser uma técnica mais demorada comparativamente com outros métodos descritos na literatura e requer, frequente e constante afiação dos mesmos. Uma alternativa a estes, constitui utilização de instrumentos sônicos e ultrassônicos que utilizam corrente elétrica, convertendo a mesma em energia mecânica que se manifesta sob a forma de vibrações de alta frequência da ponta ativa. As pontas ativas desenhadas para o procedimento em questão apresentam a forma de sonda periodontal e podem ser utilizadas em bolsas periodontais profundas.

A extremidade ativa é posicionada verticalmente no interior do sulco/bolsa, de modo a alcançar paralelismo ente longo eixo do dente e a superfície lateral da ponta (Lang & Lindhe, 2015).



**Figura 12.** Pontas ativas de diferentes diâmetros para aparelho piezoelétrico. Adaptado de (Lang & Lindhe 2015)

As Pontas de trabalho apresentadas na figura 6 podem ser usadas com eficiência para remover o revestimento epitelial da parede da bolsa, promovendo uma microcauterização da zona (Vineet Soni, Ramprasad Reddy, Srikanth M, 2016).

A Aplicação de *piezocirurgia* em Periodontologia tem vindo a melhorar o manuseio e tratamento dos tecidos periodontais, permitindo assim um melhor pós-operatório assim como uma melhor resposta biológica dos mesmos. O efeito de cavitação que ocorre em conjunto com vibração ultrassônica permitem uma eficiente eliminação das bactérias, toxinas e células invítas proporcionando assim um meio ambiente adequado para a posterior cicatrização dos tecidos. Por outro lado, não ocorre a desidratação dos tecidos dada a constante irrigação (Vineet Soni, Ramprasad Reddy, Srikanth M, 2016).

### **5. 1 Aumento coronário**

Observação da posição do lábio inferior demonstra que na maior parte dos casos, este acompanha a porção mais apical do contorno gengival dos dentes, limitando assim a quantidade de gengiva queratinizada que é exposta durante o sorriso. No caso de uma linha gengival muito alta, a exposição da mesma é superior a aquela que é considerada esteticamente aceitável, comprometendo assim a estética do paciente, causando o chamado sorriso gengival. A causa do mesmo pode ser não só a incorreta posição e forma



do lábio, como também, a alteração da posição da margem gengival (Lang & Lindhe, 2015).

No caso de a excessiva exposição da gengiva for causada pelo indevido comprimento das coroas clínicas devido a erupção passiva alterada, procedimento como alongamento coronário com recurso a retalho de reposicionamento apical pode solucionar o problema em causa, alterando não só a forma e tamanho dos dentes assim como reduzir a quantidade de gengiva exposta durante o sorriso social (Lang & Lindhe, 2015).

Durante a técnica em questão é executado um reposicionamento apical do tecido ósseo a custa da sua remoção intencional com auxílio de brocas ou neste caso, pontas diamantadas de *piezocirurgia*. De seguida o retalho de espessura total contendo tecido epitelial, conjuntivo e periósteo é deslocado apicalmente e suturado na zona pretendida. Deve ser tido em conta que o tecido ósseo deve-se situar numa posição mais apical comparativamente a margem gengival da futura coroa clínica (Lang & Lindhe, 2015).

É fundamental a fase do planeamento da mesma funcionando como uma técnica de auxílio nas restaurações protéticas. Deve se recorrer ao alongamento coronário para solucionar problemas como (1) reduzida quantidade de remanescente dentário para executar tratamento restaurador como restaurações diretas e prótese fixa, (2) localização infra gengival de lesões de carie assim como possíveis linhas de fratura.

A execução de osteotomia com assistência de unidade piezoelétrica é fácil de se executar dada a excelente precisão de controlo do instrumento (Vineet Soni, Ramprasad Reddy, Srikanth M, 2016).

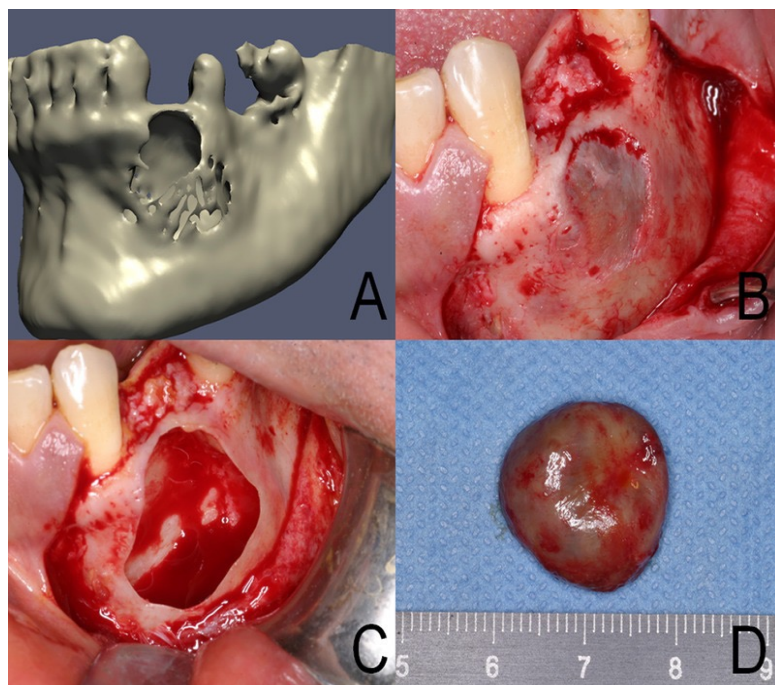
## **6. Enucleação de quistos odontogénicos**

Um quisto é definido como uma cavidade patológica com uma parede de revestimento epitelial (Regezi et al., 2012). Quistos odontogénicos resultam de uma ação inflamatória ou reação patológica como resposta a presença de restos epiteliais do desenvolvimento dentário. Apresentam um crescimento lento e são geralmente assintomáticos, causando dor apenas quando atingem formas de elevadas dimensões. Quanto aos aspetos clínicos, a palpação da zona afetada normalmente apresenta consistência normal, sem alterações da mucosa envolvente. A deteção e diagnóstico precoce são fundamentais para prevenir o aparecimento de extensas áreas de reabsorção óssea (Rajendra Santosh, 2020).

As quatro formas mais frequentes que aparecem em prática clínica são o quisto periapical, quisto periodontal lateral, quisto dentígero assim como o queratoquisto (Regezi et al., 2012)

Segundo Rajendra Santosh (2020), quanto a análise demográfica de Canada, dependendo da amostra de casos analisados, esta demonstrou que o quisto mais prevalente é o quisto periapical com uma taxa de ocorrência de aproximadamente 65.15%, seguido de quisto dentígero (24,08%) e queratoquisto (4,88%). Aparecem mais na faixa etária compreendida entre quarta e sexta década de vida, com maior incidência no sexo masculino. Quanto as zonas envolventes, a área da maxila anterior assim como zona retromolar da mandíbula são as mais afetadas. Dada a presença de características clínicas e radiológicas por vezes semelhantes, é possível a ocorrência de diagnósticos clínicos incorretos (Rajendra Santosh, 2020).

O uso de ultrassom para excisão de quistos é uma aplicação relativamente recente, por isso não existe grande número de casos relatados na literatura. A enucleação cuidadosa do quisto sem provocar a rutura da parede epitelial do mesmo constitui a vantagem principal do uso de aparelho piezoelétrico, comparativamente aos instrumentos manuais (Aly, 2018; Yaman & Suer, 2013).



**Figura 13.** Enucleação da lesão quística sem rutura da parede de revestimento. Adaptado de (Yaman & Suer, 2013)

Deve se ter em atenção que, apesar de ser possível a remoção completa do quisto sem lesar a parede de revestimento, não deixa de haver necessidade de uma boa

curetagem da área afetada de modo a remover todos os restos epiteliais que possam estar responsáveis pela recidiva do quisto. É o caso de queratoquisto que apresenta elevado nível de recorrência associado inadequada excisão cirúrgica (Rajendra Santosh, 2020).

## **7. Enxerto ósseo**

O aumento de tecido ósseo a custa de osso autógeno constitui uma técnica estado de arte com sucesso previsível, dada a preservação de vitalidade das células assim como a capacidade osteogénica do enxerto. Foi descrito pela primeira vez em 1980 pelo Boyne durante elevação e pavimento do seio maxilar (Lang & Lindhe, 2015).

O enxerto de osso autólogo pode ter duas origens distintas: intra ou extra oral. Quanto a primeira, como zonas dadoras destacam se, a zona da tuberosidade maxilar, ramo e corpo da mandíbula assim como região da sínfise mandibular. Dependendo do tamanho do enxerto, este pode ser recolhido na forma de bloco ou então consoante a forma do defeito que vamos regenerar. No que diz respeito a zonas extra orais, as áreas mais utilizadas são a crista ilíaca anterior e posterior, tibia assim como a costela. As proteínas morfogénicas que estão presentes no enxerto (BMPs) desempenham importante papel na indução e ativação de células osteogénicas circundantes. Para além destas, encontramos os fatores de crescimento constituindo uma multiplicidade de famílias celulares com capacidade reguladora do metabolismo local, desenvolvendo ações autocrinas e parácrinas, essenciais para incorporação do enxerto. O aporte das células osteogénicas, aporte sanguíneo e células mesenquimatosas é parcialmente conferido pelo periosteio. Para além das células referidas, os osteoclastos presentes são essenciais para promover futura remodelação óssea do leito recetor (Lang & Lindhe, 2015).

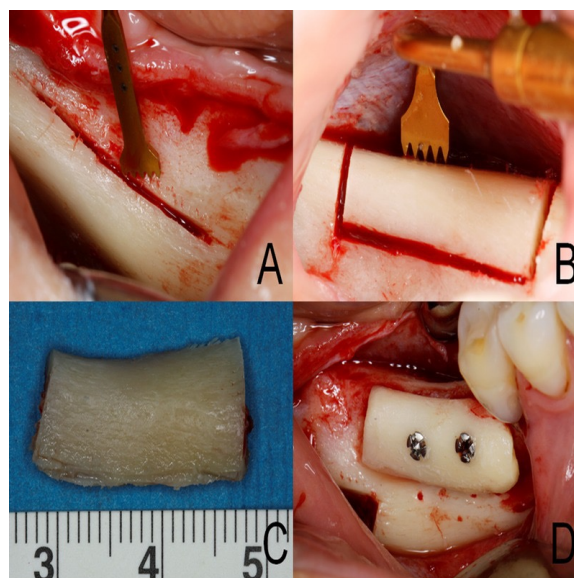
Fatores como potencial osteogénico da zona recetora e propriedades do enxerto interferem com integração do mesmo. Idealmente o material que for usado para regeneração deverá permitir o crescimento de vasos sanguíneos e a formação de osso em suas superfícies para integração no leito recetor. O osso autólogo, “gold standard” de entre as opções disponíveis cumpre estes requisitos (Lang & Lindhe, 2015).

O ramo posterior da mandíbula, nomeadamente a sua porção ascendente, muitas vezes constitui a zona de eleição para a colheita de enxerto ósseo autógeno para uma possível regeneração de tecidos duros de zonas com severa reabsorção óssea (Vineet Soni, Ramprasad Reddy, Srikanth M, 2016). Utilização deste tipo de enxertos provou ser uma técnica segura e fiável devido as propriedades osteogénicas dos mesmos assim como

mínima reabsorção óssea pós enxerto, permitindo uma excelente estabilidade a longo prazo (Lang & Lindhe, 2015).

Em todas as cirurgias, o risco de fratura da zona dadora assim como do enxerto pode ocorrer devido a elevada pressão aplicada como também vibração resultante da utilização dos instrumentos rotatórios. Por isso, deve ser tida em conta uma alternativa de efetuar a osteotomia de forma precisa e menos traumática possível. Neste sentido, *piezocirurgia* oferece um conjunto de vantagens, nomeadamente precisão e segurança, assim como possibilidade de reproduzir forma geométrica do enxerto, individualizada para cada caso com linha de corte regular minimizando também o trauma dos tecidos moles circundantes da zona dadora. Por outro lado, esta técnica evita a utilização de cinzel e martelo para mobilizar o enxerto, tornando o procedimento clínico mais confortável para o paciente e reduzindo a possibilidade de lesar tecidos adjacentes (Lang & Lindhe, 2015).

Labanca et al., (2008), demonstraram que a aplicação de ultrassom para execução de osteotomia diminui o dano tecidual e permite preservar a vitalidade celular durante a colheita de osso. O estudo realizado teve como objetivo verificar repercussões quanto a utilização de diferentes instrumentos para executar a recolha de tecido ósseo sobre a vitalidade celular. Para tal, foram utilizadas brocas de baixa e alta rotação, corte piezoelétrico cinzeis e brocas de preparação do leito implantar. Após a colheita óssea, este foi submetido a análise histomorfométrica, a fim de quantificar o número de células vitais e não vitais assim como percentagem de osso necrótico. Os resultados demonstram que os cinzeis e *piezocirurgia* apresentam melhor *outcome* no que diz respeito a recolha de enxerto ósseo (Labanca et al., 2008). Por sua vez, em 2006, Berengo et al., realizaram estudo similar em que efetuaram a análise qualitativa e quantitativa do osso obtido após colheita com os mesmo instrumentos referidos acima. A análise das amostras revelou que melhores resultados são atingidos com uso de cinzeis manuais e PS (Berengo et al., 2006).

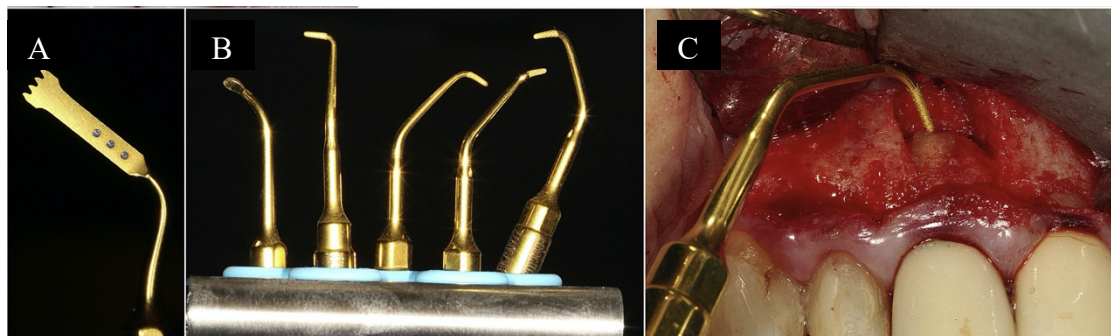


**Figura 14.** Remoção de enxerto ósseo do ramo da mandíbula. Adaptado de (Yaman & Suer, 2013)

## 8. Tratamento endodôntico cirúrgico

Tratamento endodôntico cirúrgico (TEC) tem como objetivo principal tratamento de alterações periodontais tais como periodontite apical sintomática quer assintomática recorrentes em casos de fracasso do tratamento endodôntico não cirúrgico (TENC). Tais casos englobam pacientes com reinfeção intracanal, infecção extraradicular provocada pela presença de carga bacteriana, no espaço periradicular. O resultado de tratamento cirúrgico depende de fatores como uso de meios de ampliação, a fim de promover menor dano tecidual assim como, tratamento retrogrado do canal com auxílio de ultrassom. Estatísticas demonstram que o sucesso ronda os 89% dos casos. Por sua vez, a introdução de novas técnicas de imagiologia como a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) é fundamental para o correto diagnóstico como também planeamento do tratamento. Para além de remoção de quistos peri apicais, a *piezocirurgia* pode ser utilizada em procedimentos como apicectomia radicular. Durante a técnica convencional de TEC são removidos 3 a 4 milímetros do ápice radicular com um ângulo de corte compreendido entre os 45° a 60° graus para facilitar o aceso a interior do canal radicular. Encontra se descrito que uma das possíveis causas de reinfeção é a presença de canais colaterais no terço apical da raiz. Por isso sugere-se a remoção de pelo menos 3 mm da extremidade radicular. No entanto, não existe um consenso, no que diz respeito a quantidade da raiz que deve ser removida (Abella et al., 2014).

Até a data são pouco os estudos que relatam o uso de *piezelocirurgia* para executar apicectomia. Existem pontas ativas de ultrassom para tratamento endodôntico cirúrgico para executar acesso ao ápice do dente afetado e remover tecidos inflamatório, no entanto, é necessário realizar mais estudo para compreender como PC influencia cicatrização apical após intervenção cirúrgica (Abella et al., 2014).

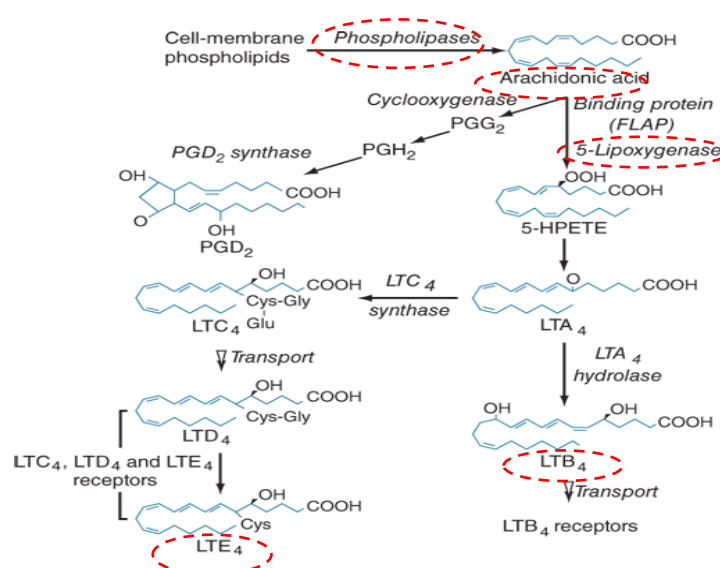


**Figura 15.** Tratamento endodôntico cirúrgico. A e B – Pontas ativas da marca Mectron; C – Acesso Radicular. Adaptado de (Abella et al., 2014)

## Resposta biológica e alterações histológicas

A submissão de tecidos moles e duros a cirurgia com instrumentos rotatórios de corte tem efeitos secundários no que concerne a vitalidade celular, afetando diretamente o *outcome* da regeneração que se inicia após a cirurgia. Durante o uso de brocas acionadas pelo motor ou sistema piezoelétrico, nem toda a energia é convertida em movimento de corte, havendo uma parte que dissipada sob a forma de calor. A aplicação de temperatura acima da que é considerada fisiológica do corpo humano pode levar a necrose celular dos tecidos envolventes levando ao aparecimento de uma resposta inflamatória associada, induzindo um aumento do tempo associado a cicatrização tecidual (Deepa et al., 2016).

A reação fisiológica em resposta a lesão tecidual, consiste numa resposta inflamatória sistêmica, localizada ou generalizada. Ácido araquidônico (AA), um dos agentes responsáveis por desencadear a mesma, é formado no interior da célula a partir dos fosfolípidos da membrana pela ação de fosfolipase A<sub>2</sub>. O seu posterior metabolismo celular leva a formação de eicosanoides, um grupo molecular composto pelo conjunto de mediadores químicos pro-inflamatórios, como as prostaglandinas (PG), leucotrienos (LT) e tromboxanos (TXs) (Hadzi-Petrushev et al., 2019).



**Figura 16.** Síntese de Próstaglandinas, leucotrienos e tromboxanos. Adaptado de (Kasper et al., 2015)

Enquanto que a síntese de prostaglandinas resulta da ação de cicloxigenase 1 ou 2 (COX<sub>1</sub> ou COX<sub>2</sub>) (Kasper et al., 2015) a reação de conversão de AA em leucotrienos é catalisada pela 5 lipoxigenase, dando origem a uma série de metabolitos secundários, nomeadamente leucotrienos B<sub>4</sub> (LTB<sub>4</sub>) e cisteinil-leucotrienos (Cys-LT). O aumento de níveis séricos destas moléculas, leva a repercussões negativas no processo de cicatrização

dos tecidos por induzir uma resposta inflamatória local mais prolongada (Hadzi-Petrushev et al., 2019).

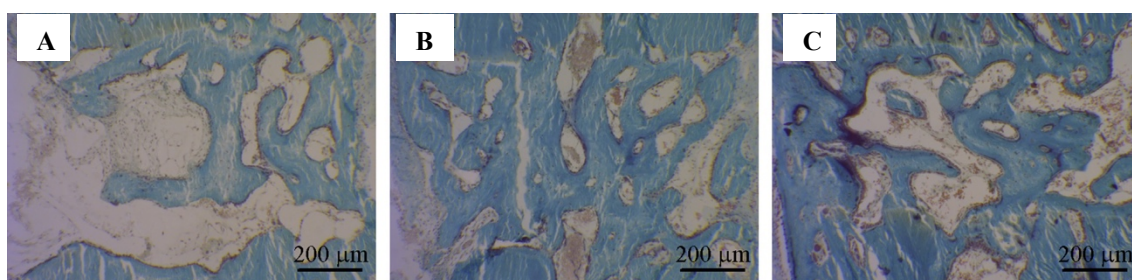
De modo a compreender se *piezocirurgia* leva diminuição LT na corrente sanguínea após osteotomia e melhor resposta na cicatrização dos tecidos, foi realizado estudo animal durante o qual, o processo de cicatrização óssea após osteotomia foi analisado durante um período de 3 semanas, em conjunto com análise sanguínea dos níveis de LTB4 e Cys-LT. Os resultados demonstraram que cirurgia ultrassônica promove mecanismo de supressão de LTs o que por sua vez, leva a diminuição da resposta inflamatória e acelera a cicatrização tecidual (Hadzi-Petrushev et al., 2019). Purushotham, 2016) demonstrou que no caso de *piezocirurgia* são detetados níveis elevados de mediadores químicos como proteínas morfogénicas do osso (MBP – 4), fatores de crescimento, fator de necrose tumoral (TNF) e níveis baixos de citocinas pró-inflamatórias.



### Viabilidade tecidular

A análise histológica das amostras de osso recolhidas após a osteotomia com técnica rotatória (TR) e uso de sistemas piezoelétricos demonstrou que o diâmetro da linha de corte entre as duas faces ósseas é significativamente menor no segundo caso, apresentando metade do diâmetro observado em TR (Anesi et al., 2018).

Labanca et al., (2008), realizaram análise histomorfologica do osso colhido após a colocação de implantes em tíbias de porcos quanto a presença de fatores como proteínas morfogénicas do osso (BMP-4), fator de transformação de crescimento beta (TGF -  $\beta$ ), fator de necrose tumoral  $\alpha$ , interleucinas 1 $\beta$  e interleucina 10. Os resultados descrevem uma maior atividade osteogénica em amostras nas quais a preparação do leito implantar foi executada com *piezocirurgia*. Nestas também foi detetada uma expressão mais precoce e aumentos de níveis de BMP-4 e TGF -  $\beta$  no osso peri implantar (Labanca et al., 2008).



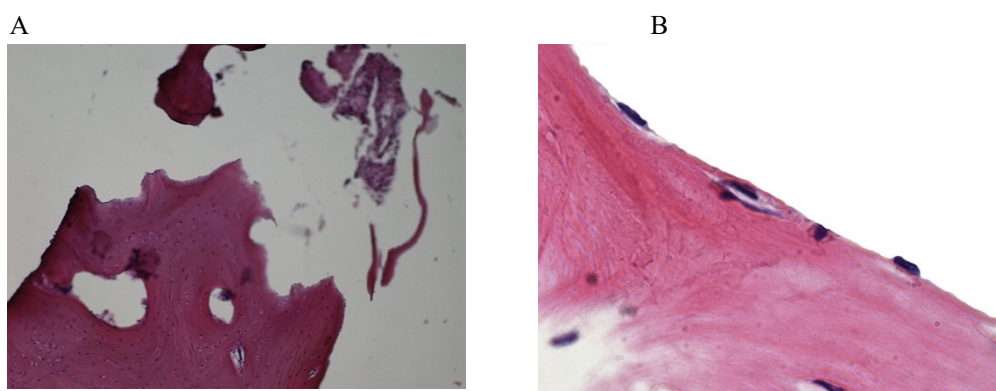
**Figura 17.** Análise histológica das amostras de osso obtidas com: A – Técnica convencional; B e C – Piezocirurgia. Adaptado de (Anesi et al., 2018)

Em todas as amostras obtidas, foi observada presença de neoformação óssea e tecido fibroso, com respetiva variação consoante a técnica cirúrgica utilizada. A análise demonstrou quantidades relativamente maiores de lacunas de tecido fibroso presentes assim como, ausência de células vitais ao longo de linha de osteotomia nas amostras colhidas após cirurgia óssea convencional o que não se verificou naquelas que foram submetidas a cirurgia com ultrassom (Anesi et al., 2018)

Os valores de distância, entre bordos separados pela osteotomia com presença de osteócitos viáveis neles, variam entre 38,2 µm para *piezocirurgia* e 83,4µm para osteotomia clássica. A microscopia eletrónica constatou que independentemente da técnica utilizada todas as neoformações ósseas ocorridas apresentaram menor conteúdo mineral e maior densidade celular comparativamente ao osso preexistente (Anesi et al., 2018).

Após cirurgia com auxílio de brocas (A) e *piezocirurgia* (B), foram recolhidas amostras ósseas de modo a executar a análise histológica das mesmas. Esta demonstrou uma morfologia histológica diferente. No segundo caso, as amostras apresentavam uma arquitetura óssea normal, boa vascularização e uma linha de corte com aspeto linear e um contorno regular. No caso de amostra A, esta apresentava uma superfície com linha de osteotomia irregular e com grandes áreas com osteonecrose (Al-Moraissi et al., 2016).

Lang & Lindhe, ( 2015) afirmam que o corte gerado pelo aparelho piezoelétrico não altera a viabilidade das células e processo de remodelação óssea. A análise de amostras quanto a presença de células viáveis, assim como morfologia óssea, demonstrou que tanto as que foram colhidas pela cirurgia piezoelétrica como aquelas que foram obtidas pelo uso de sistema convencional, continham células vitais que, *a posteriori*, deram origem a osteoblastos.

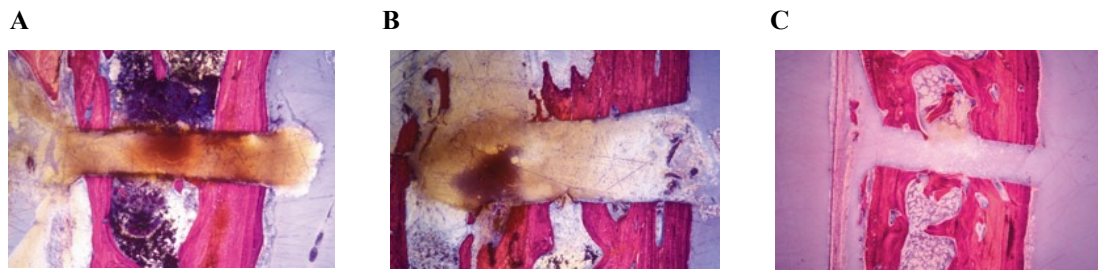


**Figura 18.** Amostras de osso após cirurgia convencional (A) e piezocirurgia (B). (Rullo et al., 2013)

A formação óssea endocondral e intermembranosa não é alterada independentemente do método de recolha das amostras. Porém, foi demonstrado um número reduzido de células precursoras de osteoblastos em amostras obtidas pela técnica convencional (Lang & Lindhe, 2015).

O estudo apresentado pelo Esteves et al., 2013 formulam a hipótese de que a regeneração óssea é mais rápida no caso de *piezocirurgia* dada a rápida produção de proteínas específicas do processo de regeneração óssea assim como menor expressão de marcadores intervenientes no processo inflamatório.

A análise histológica de 17 pacientes dos observados num estudo de *follow up*, submetidos a exodontia dentária e cirurgia óssea não detetou alterações histológicas significativas (Deepa et al., 2016).



**Figura 19.** Amostras Histologias de tecido ósseo submetido a osteotomia com broca de osso (A e B) e osteotomia com *piezocirurgia* (C). A e B – demonstram zona de osteonecrose marginal assim como invasão e lesão de tecidos circundante. C – Observa se uma linha de corte regular, com limites bem definidos, ausência de sinais de necrose e preservação tecidular. Adaptado de: (Agarwal, 2014)

## **Dispositivo piezoelétrico para aplicação em Medicina Dentária**

O dispositivo piezoelétrico (DP) consiste em uma peça de mão com inúmeras pontas ativas (*Tips* ou pontas de trabalho) que se encontra conectada a base de controle eletrônica por meio de um tubo de silicone. Por sua vez esta é controlada por um pedal de controle (Tharani et al., 2018).

### **1. Base ou painel de controle**

Contem o assento para peça de mão, para o recipiente do líquido irrigador e também uma bomba peristáltica. Consoante o fabricante outras características podem ser incorporadas no design do aparelho. O Software do painel de controle pode apresentar distintos programas predefinidos, que variam consoante o fabricante (Thomas et al., 2017). Alguns equipamentos apresentam três modos pré-programados (Pavlíková et al., 2011): (1) Baixa intensidade – Procedimentos de tratamento apical das raízes, (2) alta intensidade – Alisamento de e limpeza de rebordo ósseo e (3) ultrarrápido – Usado em caso de osteoplastia e osteotomia.

### **2. Chave dinamométrica**

As pontas que são inseridas na peça de mão são apertadas com uma chave específica que garante a transmissão de energia da peça de mão para a ponta (Thomas et al., 2017).

### **3. Peça de mão**

A peça de mão ligada a base da unidade piezoelétrica por meio de uma mangueira, é controlada por um pedal. As definições da mesma podem ser ajustadas no painel de controle, nomeadamente a intensidade da luz emitida (Pavlíková et al., 2011; Thomas et al., 2017).

### **4. Recipiente para líquido de arrefecimento**

Contem solução que é responsável pelo arrefecimento das pontas de corte assim como pela remoção de detritos da área de intervenção, melhorando também a visibilidade do campo. A temperatura da solução pode ser mantida a volta dos 4 °C de modo a

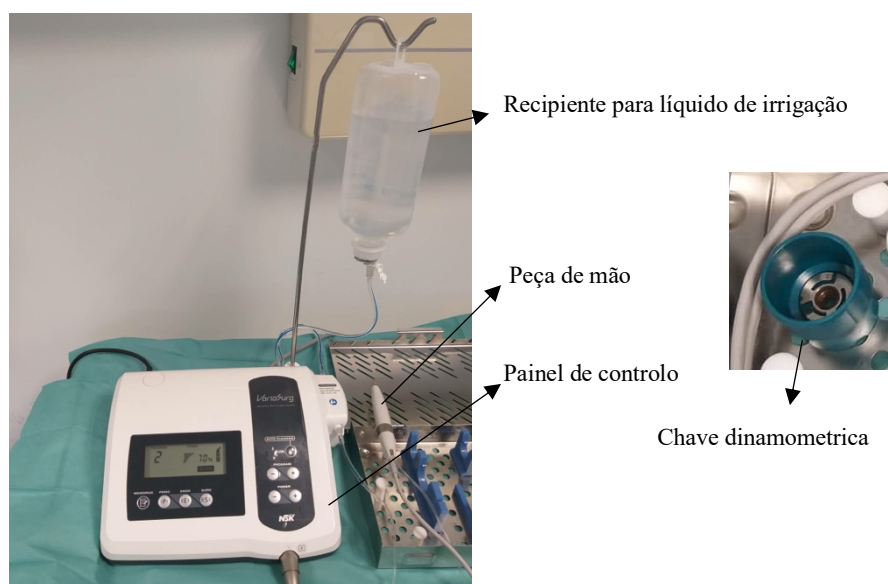
promover um bom controle de temperatura do osso, evitando o sobreaquecimento e consequentemente uma possível osteonecrose (Abella et al., 2014; Thomas et al., 2017).

### 5. Bomba peristáltica

Responsável pela ejeção do líquido para a peça de mão para promover arrefecimento das pontas cortantes. O volume de ejeção do líquido pode ser ajustado no painel de controlo. Variar entre 0 a 60 ml/min (Aly, 2018; Eggers et al., 2004).

### 6. Pedal de controlo

Um interruptor de pedal ativa as pontas da peça de mão (Eggers et al., 2004; Pavlíková et al., 2011).



**Figura 20.** Constituintes da unidade piezoelétrica. Cedido por cortesia de: Doutor José Silva Marques

### Efeito de cavitação

Quando é pressionado o pedal, a ponta ativa entra em movimento, e quando é colocada em contacto com o tecido mineralizado, juntamente com líquido de irrigação desencadeia-se a ocorrência de efeito de cavitação (Arakji, 2016; Tharani et al., 2018).

O líquido de arrefecimento ao passar pela extremidade ativa da peça de mão em movimento ultrassónico, cria a formação de bolhas de ar (Thomas et al., 2017). A formação destas ocorre em consequência a brusca variação de pressão a qual o líquido de

irrigação é submetido durante a ejeção. Quando estas implodem ao colidir com superfície óssea, criam um efeito erosivo (Walmsley et al., 1984). Tal fenômeno confere inúmeras vantagens durante a utilização de unidade piezoelétrica, nomeadamente, zona a intervir limpa sem hemorragia associada e detritos resultantes da instrumentação, melhorando assim a visualização do campo operatório. Por outro lado, a lise da parede bacteriana causada pela implosão das bolhas de ar promove um efeito antibacteriano (Tharani et al., 2018).



**Figura 21.** Efeito de cavitação. Adaptado de (Satelec, 2013)

Propriedade importante deste sistema é que apenas dá-se o corte dos tecidos mineralizados, pois apenas frequências acima dos 50 KHz é que podem levar a dano dos tecidos moles (Tharani et al., 2018). Assim sendo, a principal aplicação deste sistema, engloba procedimentos cirúrgicos em que se prevê execução de osteotomia ou osteoplastia (Silva et al., 2017).

Osteotomia é considerado um dos passos importantes durante a correção de alterações dento maxilares. Dada a necessidade acrescida de cuidados a ter durante procedimentos cirúrgicos invasivos rente estruturas moles, o correto planeamento assim como a escolha de técnica adequada para o tal, são fatores importantes para obter o sucesso tão pretendido (Silva et al., 2017).

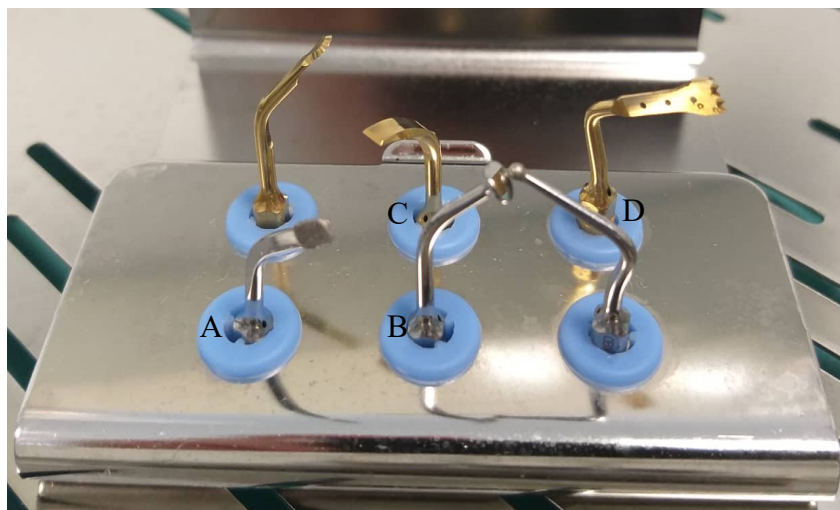
## 7. Pontas ativas

São disponíveis várias pontas de corte para peça de mão, desenhadas para cada procedimento cirúrgico, de modo a melhorar a ergonomia durante ato clínico. Estas por sua vez podem ser esterilizadas e reutilizadas vezes consecutivas (Aly, 2018).

Podem ser divididas em:

- **Pontas de titânio:** Úteis na técnica de osteoplastia do osso, não sofrem corrosão.
- **Pontas diamantadas:** Usadas em caso de osteotomia de osso fino ou para osteotomia em proximidade com estruturas anatômicas, oferecem um tipo de corte menos eficaz, histologicamente são mais traumáticas, mas muito mais seguras.
- **Pontas de ouro:** A incorporação do ouro aumenta a durabilidade da ponta ativa.
- **Pontas de aço:** Usadas junto a estruturas frágeis como raízes ou dentes.

(Eggers et al., 2004; Pavlíková et al., 2011).



**Figura 22.** Pontas ativas: A - Flat scalpel (bisturi plano); B – Bone compressor (compressor ósseo); C – Bone harvester (ponta de recolha de osso); D – Sharp tipped saw (serra de ponta afiada); Cedido por cortesia de: Doutor José Silva Marques

As pontas ativas podem ser agrupadas em três grupos com base na cor, morfologia e função, bem como segundo classificação clínica (Tharani et al., 2018)

### Classificação segundo a Cor:

**Ouro/ dourado** – A cor é obtida é incorporação na liga de nintreto de titânio, aumentando desta forma a dureza da ponta assim como o tempo de semivida da mesma. (Tharani et al., 2018)

**Aço** – são uma alternativa no caso de tratamento de estruturas delicadas (Tharani et al., 2018).



### Classificação segundo morfologia e função

**“Sharp insert”** – Utilizadas em procedimento que requerem uma linha de corte precisa (Tharani et al., 2018).

**“Smoothing insert”** – Permitem executar um corte controlado de estruturas como também apresentam elevada precisão (Tharani et al., 2018).

**“Blunt insert”** – No ramo de periodontologia, as mesmas são utilizadas para executar alisamento radicular (Tharani et al., 2018).

### Classificação clínica

É mais complexa pois nesta, as pontas ativas descritas anteriormente são agrupadas segundo os procedimentos clínicos possíveis de serem realizados (Tharani et al., 2018).

Engloba pontas de trabalho:

(1) Osteotomia (OT); (2) Osteoplastia (OP); (3) Exodontia (EX); (4) Implantes (IM); (5) Cirurgia periodontal (PS); (6) Cirurgia endodôntica (EN); (7) Elevação do seio maxilar (OP) (Hoigne et al., 2006).



**Figura 23.** Pontas ativas. Cedido por cortesia de: Dominik Hoigne



## Tipos comerciais de unidades piezoelétricas com aplicabilidade em Medicina Dentária (exemplos mais significativos em termos de presença no mercado)

### Piezotomo da marca NSK - *Variosurg 3*

O aparelho em questão foi desenvolvido tendo em conta critérios específicos de modo a proporcionar ao utilizador um eficiente corte dos tecidos duros, melhorando assim a performance em cirurgia ultrassónica. Parâmetros como a potência do equipamento, assim como a frequência da base de controle, características vibratórias da peça de mão como também o seu design são fatores que foram tidos em conta durante o fabrico do equipamento. Sendo um novo modelo da linha *VarioSurg*, este apresenta um aumento de eficiência em cerca de 50% em comparação com modelos anteriores, aumentando a capacidade de corte e diminuição do tempo da consulta (NSK, 2014).

Na base de controlo encontram-se três botões: “P” do modo Perio, “E” modo de endo e “S” modo Surg, sendo que cada modo posteriormente apresenta respetivamente 2, 2 e 5 programas diferentes predefinidos. Uma nova função foi incorporada no software do aparelho, denominada por “*Feedback function*”. A mesma regista o desempenho do equipamento ao longo do procedimento cirúrgico, otimizando ao mesmo tempo a intensidade, o que por sua vez leva a um aumento de rendimento (NSK, 2014).



**Figura 24.** Painel de utilização do VarioSurg 3.

É possível observar três programas predefinidos: P – Modo para procedimentos de periodontologia; E – Modo para intervenções de caráter endodôntico; S – Modo para intervenções cirúrgicas. Cedido por cortesia de: Doutor José Silva Marques

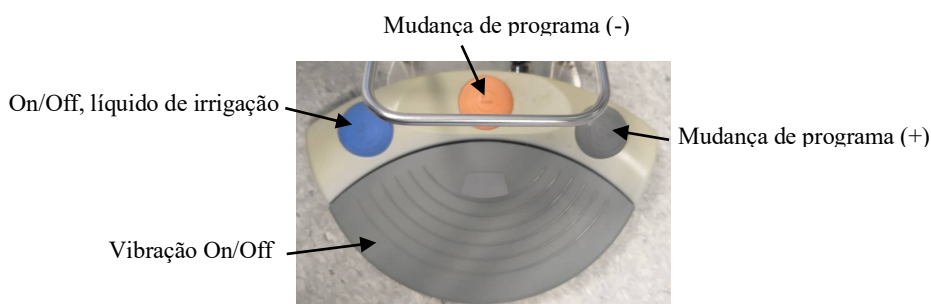
O design da peça de mão sofreu alterações de modo a aumentar a ergonomia durante a utilização. A nova forma mais estreita, apresenta menor peso e menor diâmetro, juntamente com uma fonte de luz LED incorporada, permite um fácil acesso a zonas mais

difíceis, assim como um aumento de visibilidade. As lâmpadas led utilizadas, tem espectro de emissão na ordem da luz visível e não sofrem o sobreaquecimento, mesmo em caso de uso prolongado. Encontram-se posicionadas sob a forma de semicírculo a volta da ponta ativa de modo a iluminar a área em questão, sem provocar aparecimento de sombras (NSK, 2014).

O pedal de controlo é constituído por três botões: (1) botão azul que permite ligar e desligar o aparelho, (2 e 3) botões amarelo e cinzento que permitem alterar programas (NSK, 2014).



**Figura 25.** Peça de mão VarioSurg 3. Cedido por cortesia de: Doutor José Silva Marques



**Figura 26.** Pedal de controlo VarioSurg 3. Cedido por cortesia de: Doutor José Silva Marques

A utilização de novos materiais para a sua produção, melhorou a transmissão de energia do gerador para ponta ativa, com uma mínima dissipação de energia sob a forma de calor, aumentando deste modo o rendimento da peça de mão. Por sua vez, devido ao elevado ponto de fusão dos mesmos, a peça de mão pode ser submetida ao processo de esterilização em altas temperaturas (NSK, 2014).

Existe uma variedade de pontas ativas que foram desenhadas para desempenhar funções específicas durante diferentes procedimentos clínicos (NSK, 2014).

#### **Piezotomo da marca Mectron (PIEZOSURGERY® touch)**

A produção de primeiro aparelho piezoelétrico pela Mectron em 2001, revolucionou a abordagem terapêutica de cirurgia óssea. O dispositivo apresentado proporcionou uma elevada precisão de corte e melhores condições de segurança nos procedimentos cirúrgicos. Posteriormente em 2011 ocorreu uma atualização do mesmo,

melhorando as suas características, nomeadamente o design e software do sistema operativo. Novo aparelho passou a ser comercializado sob a forma de um display tátil preto, com uma nova interface de utilização, como também com uma nova peça de mão. Nesta foi incorporado uma fonte de luz led, aumentando assim a ergonomia da utilização (Mectron, 2019). O ecrã *touch*, de vidro, permite a fácil desinfeção da unidade piezoelétrica, como também uma escolha do programa pretendido mais cómoda para o profissional. Para além de ser incorporada uma fonte de luz na peça de mão, passou a ser possível executar ajuste de intensidade da mesma, assim como o seu controlo através de novas funções (Mectron, 2019)

O novo suporte, passível de ser submetido a esterilização a altas temperaturas, permite estabelecer 4 posições diferentes de apoio da peça de mão. (Mectron, 2019)

Software sofreu também um *upgrade* e permite identificação automática da intensidade necessária para aumentar a capacidade de corte do dispositivo, minimizando deste modo a intervenção do profissional para executar ajuste manual (Mectron, 2019).

No que diz respeito a irrigação, o sistema de tubagens encontra-se incorporado no cabo da peça de mão, numa linha de irrigação interna, evitando assim a utilização de tubos descartáveis (Mectron, 2019).



**Figura 27.** Kit piezoelétrico da marca Mectron. Adaptado de (Deepa et al., 2016)

Quanto as pontas de trabalho até os dias de hoje foram produzidas cerca de 90 pontas ativas diferentes que foram agrupadas em diferentes kits comercializados pela Mectron (Mectron, 2019).

### **Piezotomo da marca Satelec (“Piezotome 2 & Piezotome Solo”)**

As unidades em questão, tal como a anterior, tem como base de funcionamento o efeito piezoelétrico e o seu surgimento e produção teve como objetivo solucionar problemas com os quais médicos dentistas se depararam com instrumentos convencionais (Satelec, 2013).

Os dois equipamentos apresentam dois modos de funcionamento pré-programados, o chamado modo “*piezotome*” que é indicado para realização de cirurgia óssea e o modo “*newtron*” para restantes tratamentos dentários que necessitem de intervenção ultrassónica. Como piezotomo da marca Mectron, dispositivos da Satelec proporcionam corte seletivo de tecidos duros, minimizando o risco de lesar os tecidos moles (Satelec, 2013).

Duas bombas peristálticas presentes nestes equipamentos proporcionam abundante irrigação na zona de intervenção, evitando assim o sobreaquecimento do campo operatório (Satelec, 2013).

A produção das unidades piezoelétricas em questão teve em conta dois parâmetros importantes, que são eles: (1) proporcionar o máximo de conforto quer para o técnico na sua utilização, quer para o paciente. (2) Aumentar a potência das mesmas, de modo a aumentar capacidade de corte e consequentemente diminuir a pressão mínima necessária para obter uma dissecação precisa e eficaz. A regulação da frequência permite obter a mesma performance clínica mesmo em casos de densidade óssea muito elevada. Por outro lado, a mínima produção de ruído também foi tida em conta (Satelec, 2013).

De modo a obter o máximo do potencial, devem ser tidos em conta alguns princípios básicos de funcionamento do aparelho, como por exemplo: (1) a ponta ativa, com uma dimensão aproximada de 2 a 3 mm, deve ser utilizada com movimentos de frente para trás sem necessidade de aplicação de uma força excessiva por parte do utilizador (Satelec, 2013).



**Figura 28.** A – Piezotomo 2; B – Piezotomo Solo. Adaptado de (Satelec,2013).

Consoante o tipo de procedimento as pontas ativas foram desenhadas de modo a otimizar o desempenho do utilizador, entre estas destacam-se aquelas que foram fabricadas e comercializadas para intervenções como: elevação do seio maxila, separação da crista óssea, extração de dentes, osteotomia, *piezocisão* e sindesmotomia (Satelec, 2013).



## CONCLUSÕES

A *Piezocirurgia*, constitui um sistema de corte do tecido com elevada precisão e segurança, cujo funcionamento baseia-se na produção de microvibração ultrassônicas modulada de tal forma que, durante a sua utilização apenas tecido mineralizado é alvo da sua ação, preservando os tecidos moles adjacentes. A possibilidade de promover um corte controlado dos tecidos duros, permite obter um istmo de separação entre duas superfícies ósseas com linha de dissecação limpa e exata, diminuindo a possibilidade de necrose tecidular. Assim, o correto manuseamento e aplicação da técnica em questão, poderá trazer algumas vantagens no que diz respeito a cirurgias com elevado nível de exigência de precisão.

Comparativamente as técnicas convencionais, durante as quais se utilizam instrumentos manuais e brocas acionadas pelo motor, a ausência de macro vibrações, um fácil controlo durante o uso do equipamento, assim como acrescida segurança nos procedimentos mais complexos torna a utilização de unidade piezoelétrica uma técnica mais inovadora para os procedimento em que se prevê realização de osteotomia e osteoplastia em áreas de elevada complexidade anatómica.

No ramo de medicina dentária, os procedimentos clínicos mais indicados as aplicações desta técnica constituem procedimentos como elevação do seio, colocação de implantes dentários, exodontia, enxerto ósseo assim como lateralização do nervo alveolar inferior. O tratamento não traumático das estruturas vitais e não vitais pelo PC capacita esta técnica de executar procedimentos delicados com elevada infalibilidade. A previsibilidade do sucesso e menor complicações pós-operatórias proporcionam um aumento de adesão do médico ao uso de PC, assim como uma melhor aceitação do procedimento pelo paciente.

No que diz respeito as vantagens e desvantagens da PC, a utilização de ultrassom proporciona ao clínico a execução de cirurgias ósseas atraumáticas, melhorando o *outcome* dos resultados pós cirurgia. A *piezocirurgia* constitui uma excelente ferramenta em casos cirúrgicos mais difíceis, no entanto, o tempo de adaptação, treino assim como aumento do *skill* operacional deve ser tido em conta. O acrescido tempo de utilização que pode ocorrer devido a falta de eficiência da técnica, pode condicionar um possível sobreaquecimento do sistema, e levar a necessidade de pausas para permitir o seu arrefecimento.

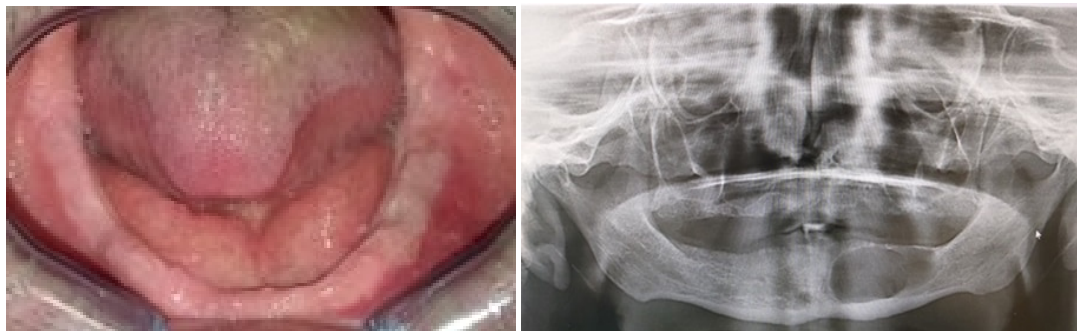
PC será uma ferramenta que fará parte do kit de instrumentos passíveis de serem utilizados para diferentes fins medico-cirúrgicos, até serem introduzidos no mercado

novos instrumentos e técnicas que possam colmatar as desvantagens da *piezocirurgia*. Este poderá ser o objetivo de investigações futuras em área de cirurgia minimamente invasiva, levando ao desenvolvimento de instrumentos mais ergonômicos, com melhor desempenho, maior gama de aplicações, de seleção de corte e um melhor controle operacional.



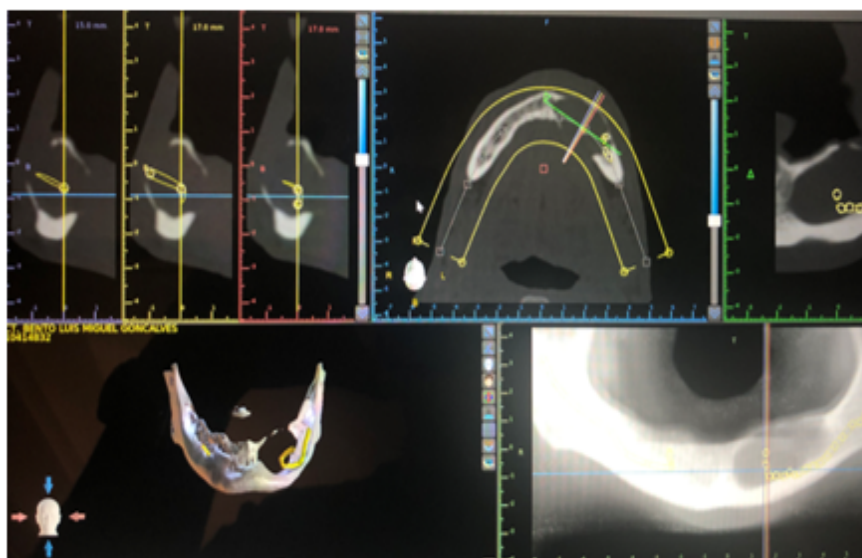
## APRESENTAÇÃO DE CASO CLÍNICO

Paciente de 48 anos de idade, desdentado total superior e inferior, de origem caucasiana compareceu a consulta de medicina dentária com seguinte motivo “inchaço no lado esquerdo da face e parestesia da zona (Zagalo et al., 2020).

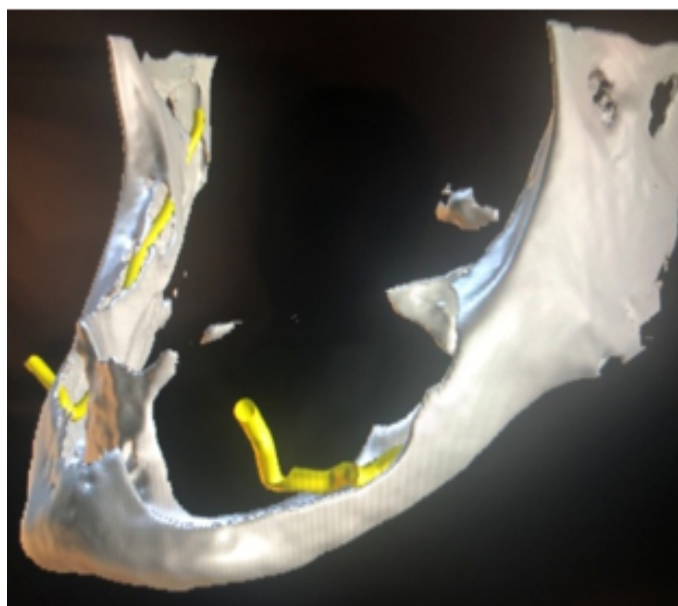


**Figura 29 A** – Representação clínica e radiológica do caso. Adaptado de Zagalo et al., (2020)

Após realização de ortopantomografia, observou-se uma lesão radio transparente de aproximadamente 6cm de diâmetro no lado esquerdo do ramo da mandíbula. Com auxílio de CT scan observou-se uma extensa reabsorção da cortical óssea com envolvimento de nervo alveolar inferior (NAI) e nervo mentoniano.



**Figura 30. A** – CT scan. Adaptado de Zagalo et al., (2020)



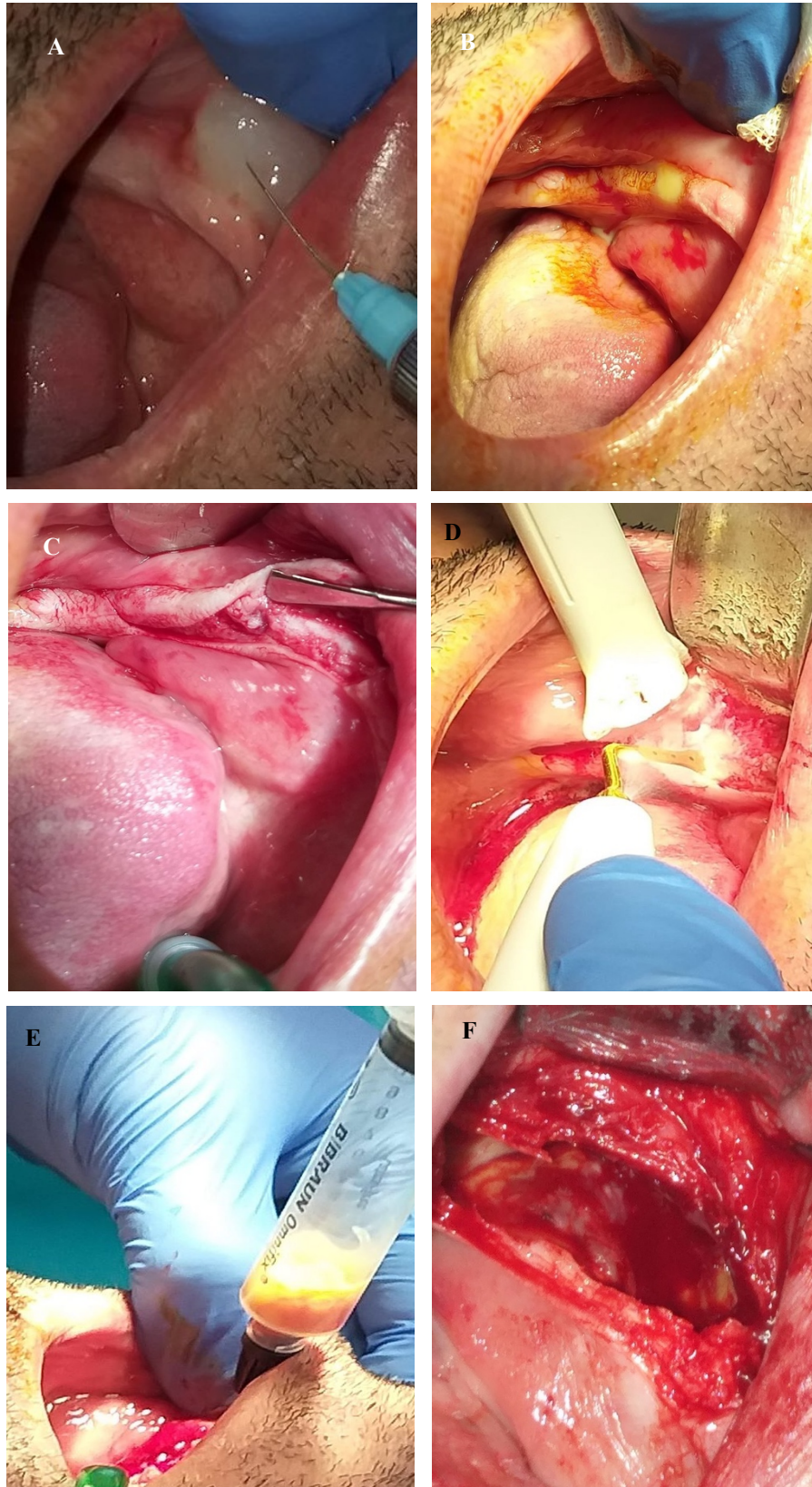
**Figura 31.** A – CT scan. Adaptado de Zagalo et al., (2020)

Durante exame extraoral, a palpação de cadeia ganglionar não detetou nenhuma adenopatia associada. Seguidamente, o exame intraoral não demonstrou sinais de inflamação, contudo foi detetada expansão óssea associada a lesão. Quanto a história clínica geral, paciente não relatou a ocorrência de trauma recente, sem medicação crónica associada, fumador, com ingestão de bebidas alcoólicas apenas em festas e convívios (Zagalo et al., 2020).

Procedimento clínico: realizou-se descompressão cirúrgica da lesão sob efeito de anestesia local, com auxílio de unidade piezoelétrica (*NSK Variosurg 3*) com preservação parcial do revestimento da lesão quística (Zagalo et al., 2020).

Foi realizada enucleação parcial da lesão, sem provocar dano de estruturas nervosas. Após, foi introduzido um cateter de plástico ao centro da lesão, mantido em posição a custa de sutura (ceda, multifilamento, 3/0, *Silkam BBraun Alemanha*). Não se detetou nenhum tipo de complicações durante a cicatrização (Zagalo et al., 2020).

O paciente recebeu as instruções de higienização do local e como executar a limpeza da zona operatória com aplicações regulares de solução de hidróxido de hidrogénio (Zagalo et al., 2020).



**Figura 32.** A – Sequencia cirúrgica. A – Desinfecção local com iodopovidona B – Anestesia; C – Incisão e descolamento de tecido mole; D – Incisão de acesso com *piezocirurgia* E – Recolha do interior da lesão. F – Aspecto final da lesão após a abertura. Adaptado de Zagalo et al., (2020)



**Figura 33.** Aspeto final. Zona suturada com seda com colocação do cateter de drenagem. Adaptado de Zagalo et al., (2020)



## BIBLIOGRAFIA

- Abella, F., de Ribot, J., Doria, G., Duran-Sindreu, F., & Roig, M. (2014). Applications of Piezoelectric Surgery in Endodontic Surgery: A Literature Review. *Journal of Endodontics*, 40(3), 325–332. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.11.014>
- Agarwal, E. (2014). Escalating Role of Piezosurgery in Dental Therapeutics. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH*, 8(10), ZE08-ZE11. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/9161.4988>
- Al-Moraissi, E. A., Elmansi, Y. A., Al-Sharaee, Y. A., Alrmali, A. E., & Alkhutari, A. S. (2016). Does the piezoelectric surgical technique produce fewer postoperative sequelae after lower third molar surgery than conventional rotary instruments? A systematic review and meta analysis. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 45(3), 383–391. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2015.10.005>
- Alves, J. M. S., Alves, B. W. D. F., & Costa, A. C. D. F. (2018). Cranial nerve injuries in Le Fort I osteotomy: a systematic review. *International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*, 10–12. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2018.11.012>
- Aly, L. A. A. (2018). Piezoelectric surgery: Applications in oral & maxillofacial surgery. *Future Dental Journal*, 4(2), 105–111. <https://doi.org/10.1016/j.fdj.2018.09.002>
- Amghar-Maach, S., Sánchez-Torres, A., Camps-Font, O., & Gay-Escoda, C. (2018). Piezoelectric surgery versus conventional drilling for implant site preparation: a meta-analysis. *Journal of Prosthodontic Research*, 62(4), 391–396. <https://doi.org/10.1016/j.jpjor.2018.04.004>
- Anesi, A., Ferretti, M., Cavani, F., Salvatori, R., Bianchi, M., Russo, A., Chiarini, L., & Palumbo, C. (2018). Structural and ultrastructural analyses of bone regeneration in rabbit cranial osteotomy: Piezosurgery versus traditional osteotomes. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 46(1), 107–118. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2017.10.004>
- Anitha, K., Devi, S., Swaminathan, M., & Karthikeyan, I. (2015). Piezosurgery in Periodontics. *International Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 5(2), 51–55. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10019-1129>
- Arakji, H. N. (2016). *A Comparative Study Between The Use of Piezosurgery Versus The Conventional Technique For Removal of Impacted Mandibular Third Molars*. Beirut Arab University.

- Aulestia-viera, P. V., Sobral, I. S. S., José, I. I. M., Maringoli, B., Palmieri, I. I. M., Negreiros, I. R. M., & Waldyr, I. I. (2017). *Comparación entre la piezocirugía y los instrumentos rotativos convencionales en la lateralización del nervio dentario inferior Comparison between the piezosurgery and the conventional rotary surgery in the lateralization of the inferior alveolar nerve*. 54(4), 1–10.
- Badenoch-Jones, E. K., David, M., & Lincoln, T. (2016). Piezoelectric compared with conventional rotary osteotomy for the prevention of postoperative sequelae and complications after surgical extraction of mandibular third molars: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 54(10), 1066–1079. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2016.07.020>
- Baldi, D., Menini, M., Pera, F., Ravera, G., & Pera, P. (2011). Sinus floor elevation using osteotomes or piezoelectric surgery. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 40(5), 497–503. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2011.01.006>
- Bejarano, F., Feeney, A., Wallace, R., Simpson, H., & Lucas, M. (2016). An ultrasonic orthopaedic surgical device based on a cymbal transducer. *Ultrasonics*, 72, 24–33. <https://doi.org/10.1016/j.ultras.2016.07.004>
- Bell, W., & Guerrero, C. (2006). *Distraction osteogenesis Facial skeleton* (1st ed.). PMPH usa.
- Berengo, M., Bacci, C., Sartori, M., Perini, A., Della Barbera, M., & Valente, M. (2006). Histomorphometric evaluation of bone grafts harvested by different methods. *Minerva Stomatol*, 55(4), 189–198.
- Berg, R. (2017). Ultrasonics. In *Encyclopædia Britannica*. Encyclopædia Britannica, inc. <https://www.britannica.com/science/ultrasonics>
- Cardoni, A., MacBeath, A., & Lucas, M. (2006). Methods for reducing cutting temperature in ultrasonic cutting of bone. *Ultrasonics*, 44(SUPPL.), 37–42. <https://doi.org/10.1016/j.ultras.2006.06.046>
- Danesh-Sani, S. A., Loomer, P. M., & Wallace, S. S. (2016). A comprehensive clinical review of maxillary sinus floor elevation: anatomy, techniques, biomaterials and complications. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 54(7), 724–730. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2016.05.008>
- De Vicente, J. C., Peña, I., Braña, P., & Hernández-Vallejo, G. (2016). The use of piezoelectric surgery to lateralize the inferior alveolar nerve with simultaneous implant placement and immediate buccal cortical bone repositioning: A prospective clinical study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 45(7), 851–

857. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2016.01.017>
- Deepa, D., Jain, G., & Bansal, T. (2016). Piezosurgery in dentistry. *Journal of Oral Research and Review*, 8(1), 27. <https://doi.org/10.4103/2249-4987.182487>
- Delgado-Ruiz, R. A., Sacks, D., Palermo, A., Calvo-Guirado, J. L., Perez-Albacete, C., & Romanos, G. E. (2016). Temperature and time variations during osteotomies performed with different piezosurgical devices: an in vitro study. *Clinical Oral Implants Research*, 27(9), 1137–1143. <https://doi.org/10.1111/clr.12709>
- Dias-Ribeiro, E., Freire, J. C. P., Barreto, J. O., Rodríguez-Sánchez, M. del P., & Sant’Ana, E. (2018). Exodoncia de terceros molares inferiores con dispositivos piezoeléctricos: revisión de la literatura. *Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial*, 40(2), 84–89. <https://doi.org/10.1016/j.maxilo.2017.07.003>
- Eggers, G., Klein, J., Blank, J., & Hassfeld, S. (2004). Piezosurgery®: An ultrasound device for cutting bone and its use and limitations in maxillofacial surgery. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 42(5), 451–453. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2004.04.006>
- Esteves, J., Marcantonio Jr, E., de Souza Faloni, A., Rocha, F. R., Marcantonio, R., Wilk, K., & Intini, G. (2013). Dynamics of bone healing after osteotomy with piezosurgery or conventional drilling – histomorphometrical, immunohistochemical, and molecular analysis. *Journal of Translational Medicine*, 11(1), 221. <https://doi.org/10.1186/1479-5876-11-221>
- Gonzalez-Lagunas, J. (2017). Is the piezoelectric device the new standard for facial osteotomies? *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, 118(4), 255–258. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2017.06.009>
- Grauvogel, J., Masalha, W., Heiland, D. H., Jarc, N., Grauvogel, T. D., & Scheiwe, C. (2018). Piezosurgery—A Safe Technique to Perform Lateral Suboccipital Craniotomy? *Operative Neurosurgery*, 15(6), 664–671. <https://doi.org/10.1093/ons/oxp272>
- Hadzi-Petrushev, N., Gjorgievska, E., Gabric, D., Dinescu, S., Mitrokhin, V., & Mladenov, M. (2019). Circulatory leukotriene changes during bone healing following osteotomies prepared with Er:YAG laser and piezosurgery: an animal study. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 33(1), 325–330. <https://doi.org/10.1080/13102818.2019.1577171>
- Harary, M., Segar, D. J., Huang, K. T., Tafel, I. J., Valdes, P. A., & Cosgrove, G. R. (2018). Focused ultrasound in neurosurgery: a historical perspective. *Neurosurgical*

- Focus*, 44(2), E2. <https://doi.org/10.3171/2017.11.FOCUS17586>
- Hoigne, D. J., Stübinger, S., Kaenel, O. Von, Shamdasani, S., & Hasenboehler, P. (2006). Piezoelectric osteotomy in hand surgery: first experiences with a new technique. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 7(1), 36. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-7-36>
- Kasper, D., Faucy, A., Hauser, S., Longo, D., & Jameson, L. (2015). *Harrison's principles of Internal Medicine* (19th Editi). McGraw hill education.
- Labanca, M., Azzola, F., Vinci, R., & Rodella, L. F. (2008). Piezoelectric surgery: Twenty years of use. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 46(4), 265–269. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2007.12.007>
- Lang, N., & Lindhe, J. (2015). *Clinical Periodontology and Implant Dentistry* (W. Blackwell (ed.); Sixth Edit).
- Lartizien, R., Zaccaria, I., Noyelles, L., & Bettega, G. (2019). Quantification of the inaccuracy of conventional articulator model surgery in Le Fort 1 osteotomy: evaluation of 30 patients controlled by the Orthopilot® navigation system. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 57(7), 672–677. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2019.06.012>
- Liu, X., Li, T., Shi, L., Wu, Z., Chen, D., Xu, B., & Chen, Y. (2019). Application of Piezosurgery in En Bloc Laminectomy for the Treatment of Multilevel Thoracic Ossification of Ligamentum Flavum. *World Neurosurgery*, 126, 541–546. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.03.200>
- Massimi, L., Rapisarda, A., Bianchi, F., Frassanito, P., Tamburrini, G., Pelo, S., & Caldarelli, M. (2019). Piezosurgery in Pediatric Neurosurgery. *World Neurosurgery*, 126, e625–e633. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.02.103>
- Mathieson, A. C. (2012). *Nonlinear characterisation of power ultrasonic devices used in bone surgery* [University of Glasgow]. <http://theses.gla.ac.uk/3135/>
- Mectron. (2019). *PIEZOSURGERY® touch*. <https://dental.mectron.com/products/piezosurgeryr/units/piezosurgeryr-touch/>
- Meller, C., & Havas, T. E. (2017). Piezoelectric technology in otolaryngology, and head and neck surgery: a review. *The Journal of Laryngology & Otology*, 131(S2), S12–S18. <https://doi.org/10.1017/S0022215117000767>
- Mirza, A. A., Alandejani, T. A., & Al-Sayed, A. A. (2019). Piezosurgery versus conventional osteotomy in rhinoplasty: A systematic review and meta-analysis. *The Laryngoscope*, lary.28408. <https://doi.org/10.1002/lary.28408>
- Netter, F. (2014). *Atlas of Human Anatomy* (sixth edit). Elsevier Inc.



- Niranjani, K. (2014). Piezosurgery and its Clinical Applications in Periodontics. *Journal of Pharmaceutical Research*, 4(1), 84–88.
- Nogami, I., Shintani, S., Kondo, S., Kutsuna, T., Katsuta, H., Kurihara, Y., & Yoshihama, Y. (2014). Resection of TMJ ankylosis using Piezosurgery®: Report of two cases. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Medicine, and Pathology*, 26(4), 526–530. <https://doi.org/10.1016/j.ajoms.2013.05.012>
- NSK. (2014). *Variosurg 3*. <http://www.nsk-dental.com/products/surgical/variosurg/>
- Pavlíková, G., Foltán, R., Horká, M., Hanzelka, T., Borunská, H., & Šedý, J. (2011). Piezosurgery in oral and maxillofacial surgery. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 40(5), 451–457. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2010.11.013>
- Pereira, C. C. S., Gealh, W. C., Meorin-Nogueira, L., Garcia-Júnior, I. R., & Okamoto, R. (2014). Piezosurgery Applied to Implant Dentistry: Clinical and Biological Aspects. *Journal of Oral Implantology*, 40(S1), 401–408. <https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-11-00196>
- Purushotham, S. (2016). Direct Sinus Lift and Immediate Implant Placement Using Piezosurgical Approach- A Case Report. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH*, 10(1), 20–22. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/16620.7150>
- Rahnama, M., Czupkało, Ł., Czajkowski, L., Grasza, J., & Wallner, J. (2013). The use of piezosurgery as an alternative method of minimally invasive surgery in the authors' experience. *Videosurgery and Other Miniinvasive Techniques*, 4(4), 321–326. <https://doi.org/10.5114/wiitm.2011.35144>
- Rajendra Santosh, A. B. (2020). Odontogenic Cysts. *Dental Clinics of North America*, 64(1), 105–119. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2019.08.002>
- Regezi, J., Sciuba, J., & Jordan, R. (2012). *Oral Pathology* (Sixth Edit). Elsevier Inc.
- Robiony, M., Lazzarotto, A., Nocini, R., Costa, F., Sembronio, S., & Franz, L. (2019). Piezosurgery: Ten Years' Experience of Percutaneous Osteotomies in Rhinoplasty. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 77(6), 1237–1244. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2019.01.035>
- Rullo, R., Addabbo, F., Papaccio, G., D'Aquino, R., & Festa, V. M. (2013). Piezoelectric device vs. conventional rotative instruments in impacted third molar surgery: Relationships between surgical difficulty and postoperative pain with histological evaluations. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 41(2), e33–e38. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2012.07.007>

- Russo, A., Caravelli, S., Mosca, M., Girolami, M., Ortolani, A., Massimi, S., Fuiano, M., & Zaffagnini, S. (2019). Piezosurgery in Hallux Valgus Correction: Distal Linear Osteotomy Operative Technique Using Piezoelectric Tools. *Joints*, 07(01), 025–030. <https://doi.org/10.1055/s-0039-3401821>
- Salami, A., Mora, R., Mora, F., Guastini, L., Salzano, F. A., & Dellepiane, M. (2010). Learning Curve for Piezosurgery in Well-Trained Otolaryngological Surgeons. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 142(1), 120–125. <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2009.10.013>
- Satelec. (2013). *I am powerful* (Vol. 33, Issue 0).
- Silva, L. F., Carvalho-Reis, E. N. R., Bonardi, J. P., de Lima, V. N., Momesso, G. A. C., Garcia-Junior, I. R., & Faverani, L. P. (2017). Comparison between piezoelectric surgery and conventional saw in sagittal split osteotomies: a systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 46(8), 1000–1006. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2017.03.024>
- Sivaraman, K., Chopra, A., Narayan, A. I., & Balakrishnan, D. (2018). Is zirconia a viable alternative to titanium for oral implant? A critical review. *Journal of Prosthetic Research*, 62(2), 121–133. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2017.07.003>
- Tango, G. G. (2018). *Piezoelectricity*. Salem Press Encyclopedia of Science.
- Tharani, A., Arun Kumar, P., Esther Nalini, H., & Renuka Devi, R. (2018). APPLICATION OF PIEZOSURGERY IN PERIODONTICS AND IMPLANT DENTISTRY. *International Journal of Recent Scientific Research*, 9(4), 26291–26295. <https://doi.org/10.24327/IJRSR>
- Thomas, M., Akula, U., Ealla, K. R., & Gajjada, N. (2017). Piezosurgery: A boon for modern periodontics. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.4103/2231-0762.200709>
- Tirelli, G., Tofanelli, M., Bullo, F., Bianchi, M., & Robiony, M. (2015). External osteotomy in rhinoplasty: Piezosurgery vs osteotome. *American Journal of Otolaryngology*, 36(5), 666–671. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2015.05.006>
- Vineet Soni, Ramprasad Reddy, Srikanth M, H. M. (2016). Piezosurgery in Periodontics—an Update. *International Journal of Community Health and Medical Research*, 2(4), 53–57. <https://doi.org/10.21276/ijchmr.2016.3.4.10>
- Vives, A. A. (2008). Piezoelectric transducers and applications. In *Piezoelectric Transducers and Applications*. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-77508-9>
- Walmsley, A. D. (2015). Ultrasonics in Dentistry. *Physics Procedia*, 63, 201–207.

- <https://doi.org/10.1016/j.phpro.2015.03.033>
- Walmsley, A. D., Laird, W. R. E., & Williams, A. R. (1984). A Model System to Demonstrate the Role of Cavitation Activity in Ultrasonic Scaling. *Journal of Dental Research*, 63(9), 1162–1165.  
<https://doi.org/10.1177/00220345840630091401>
- WolframWersing, W. H. · K. L. (2008). Piezoelectricity Evolution. In H. W. R.Hull, R.M. Osgoog, J. parisi (Ed.), *Zhurnal Eksperimental'noi i Teoreticheskoi Fiziki*. Springer.  
<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:No+Title#0>
- Yaman, Z., & Suer, B. (2013). Piezoelectric surgery in oral and maxillofacial surgery. *Annals of Oral and Maxillofacial Surgery*, 1(1). <https://doi.org/10.13172/2052-7837-1-1-399>
- Zagalo, L., Gomes, J., Lesyshyn, V., Maia, J., & Marques, P. (2020). Large Maxillary Cyst Decompression, Two Case Reports. *Papirex - Indian Journal of Research*, 9(1), 1–3. <https://doi.org/10.36106/paripex>



## ANEXOS

Dear Sir/ madam,

I am a student of master degree in dentistry. For finish my course I need to produce a master thesis. I am writing to ask you if I could have permission to use a image from article "Structural and ultrastructural analyses of bone regeneration in rabbit cranial osteotomy: Piezosurgery versus traditional osteotomes" Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery

The master thesis will not be published in any newspaper, just will be available to the University community, repository and examiners to see

Yours sincerely,

Vasyl Lesyshyn

Alexandre ANESI

Re: permission to use a image

Para: vasyi Lesyshyn

15:34

AA

Dear Mr Lesyshyn,

I give my permission in using the images of our paper "Structural and ultrastructural analyses of bone regeneration in rabbit cranial osteotomy: Piezosurgery versus traditional osteotomes" Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery", for your master thesis.

Please, please specify the name of the thesis supervisor and the University affiliation.

I wish you luck in your professional future.

Best Regards

Alexandre Anesi

**Assistant Professor, Maxillo-facial Surgery**

Department of Medical and Surgical Sciences for Children & Adults

[alexandre.anesi@unimore.it](mailto:alexandre.anesi@unimore.it)

[www.biomat.unimore.it](http://www.biomat.unimore.it)

ZIP: Via Del Pozzo 71 - 41124 Modena

Office Phone: 0039 059 422 4552

Fax: 0039 059 422 2454

[orcid.org/0000-0002-5281-6840](https://orcid.org/0000-0002-5281-6840)

Cranio-Maxillo-Facial Unit

University Hospital of Modena and Reggio Emilia

Biomaterials Laboratory - Department of Medical and Surgical Sciences for Children & Adults

UNIMORE

LABORATORIO

**BIOMATERIALI**

vasyl Lesyshyn

permission to use a image

Para: zekaiy@amerikanhastanesi.org

14:26

VL

Dear Sir/ madam,

I am a student of master degree in dentistry. For finish my course I need to produce a master thesis. I am writing to ask you if I could have permission to use a image from article " Piezoelectric surgery in oral and maxillofacial surgery" Annals of Oral & Maxillofacial Surgery 2013 Feb 01;1(1):5.

The master thesis will not be published in any newspaper, just will be available to the University community, repository and examiners to see

Yours sincerely,

Vasyl Lesyshyn

Zekai Yaman

Re: permission to use a image

Para: vasyi Lesyshyn

16:46

ZY

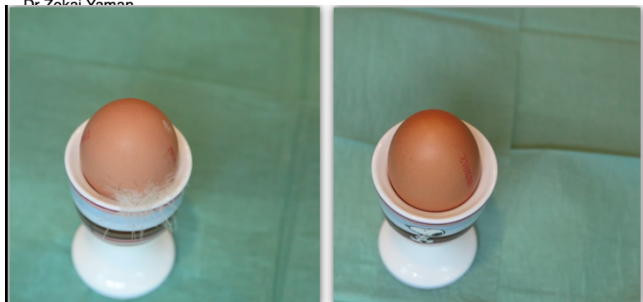
Dear Vasyi,

Thank you very much for your kind request to use my pictures. I give my permission to use them in your thesis with citation.

I will be happy if this article will contribute to your further education.

Best wishes,

Dr Zekai Yaman



**Video 1 e 2** – Corte executado com piezo e sistema convencional. Cedido por: Dominik



## ORIGINAL RESEARCH PAPER

## Surgery

LARGE MAXILLARY CYST DECOMPRESSION,  
TWO CASE REPORTS

**KEY WORDS:** Mandibular cyst; decompression; bone regeneration

<b>Zagalo L</b>	CiiEM - Centro de investigação interdisciplinar Egas Moniz - Quinta da Granja, Monte da Caparica - Almada - Portugal
<b>Gomes J</b>	CiiEM - Centro de investigação interdisciplinar Egas Moniz - Quinta da Granja, Monte da Caparica - Almada - Portugal
<b>Lesyshyn V</b>	IUEM - Instituto Universitário Egas Moniz - Quinta da Granja, Monte da Caparica - Almada - Portugal
<b>Maia P</b>	CiiEM - Centro de investigação interdisciplinar Egas Moniz - Quinta da Granja, Monte da Caparica - Almada - Portugal
<b>Marques J*</b>	CiiEM - Centro de investigação interdisciplinar Egas Moniz - Quinta da Granja, Monte da Caparica - Almada - Portugal *Corresponding Author

## ABSTRACT

Maxillary odontogenic cysts frequently appear as asymptomatic intra-bony inflammatory lesions, sometimes reaching large dimensions. Both clinical and anatomopathological approach must be performed in the differential diagnosis in order to eliminate oncogenic origin. The classical surgical approach for these situations is, among others and depending on the cyst type, enucleation. This can be performed with aggressive bone curettage or with physical or chemical additional treatments of the area, such as cryotherapy or Carnoy solution application. Specially in large dimension lesions or when involving noble structures, marsupialization is also an important option. It consists in the creation of a surgical opening of the pathological cavity to allow decompression and with it, shrinkage of the lesion, and consequent bone regeneration in that area. This is kept during a limited period, so that a definitive approach can be attained later with an easier surgical technique, with fewer risks and/or less morbidity for the patient.

Two clinical cases of large mandibular cysts are presented. The treatment approach was made initially with surgical decompression, being the area maintained open using a plastic catheter sutured to the mucosa and programmed for future enucleation.

## Development

## Case 1:

## Presentation

A 39 years old Caucasian woman presented in a routine radiological exam radio-lucid unilocular lesion in an edentulous area between teeth 35 and 38, involving the Inferior Alveolar Nerve (IAN) with total elimination of the local cancellous bone, maintaining only the cortical portion of the mandible border.

The patient referred complete absence of signs or symptoms (no swelling, no pain, no paresthesia or other). The general medical history presented a normal report (no recent or past trauma, no chronic medication, no addictions, and no tobacco or alcoholic habits). The intra-oral exam showed a normal mucosa and no signs of the underlying lesion. No adenopathy was identified during the extra-oral exam.

As diagnostic hypotheses, odontogenic cyst, keratocyst, unilocular ameloblastoma and osteoblastoma were considered.



FIG 1 - Intra-oral aspect.



FIG 2 - Initial radiologic aspect.

## Primary surgical procedure (Decompression):

After a 2ml aspiration of the lesion liquid with a 27G needle, performed to obtain a primary histological diagnosis (and eliminate the possibility of a oncological lesion), a surgical decompression approach under local anesthesia was intended and a plastic catheter was placed up to the center of the lesion and maintained with a 3/0 non resorbable suture (Silkam, BBraun, Germany). No complications occurred during the healing period, the patient was able to maintain the plastic device in its position, being instructed in proper hygiene habits and to promote the daily cleansing of the surgical wound irrigating several times at least 10ml of a 10% solution of hydrogen peroxide with a syringe (Luer Lock, Medibase, Dentaleader, France and Peróxido de hidrogénio 10%, Mifarma, Portugal).



FIG 3 - Surgical procedure sequence.





FIG 4 - Plastic catheter placement.



FIG 5 - Plastic catheter suture (please note the marginal positioning to avoid as possible food retention).

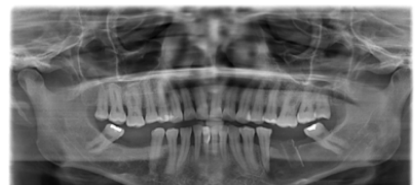


FIG 6 - Immediate post-op radiograph.



FIG 7 - 3 months follow up.



FIG 8 - 12 months control with intra oral aspect (after plastic catheter removal).

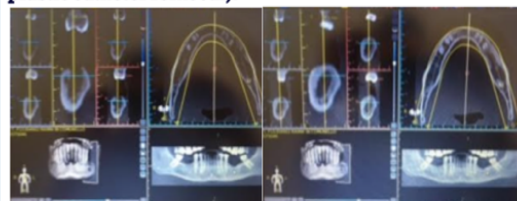


FIG 9 - Initial and 12 months post-decompression CT Scans (observe local bone remodeling and IAN involvement).

#### Secondary surgical procedure

After 14 months a classical and simple enucleation was performed without risk of injuring the IAN. Clinical cure was achieved.

#### Case 2:

##### Presentation

A 48 years old total edentulous Caucasian male, reported a "strange bone swelling" in the left side of the mandible and paresthesia that causes a low intensity numbing sensation,

located in the lower left midface (mandible). In the panoramic x-ray, a 6cm radio lucid lesion was observed in the left mandible body. A CT scan showed extensive erosion of both cortical and cancellous bone and the involvement in the lesion of the IAN and the Mental Nerve. No adenopathy was identified during the clinical examination. Intra-oral exam showed signs of underlying bone expansion and low mucosal inflammation. The general medical history presented a normal report (no recent or past trauma, no chronic medication, no addictions) except for the chronic use of tobacco (more than 20 cigarettes per day) and social alcoholic habits.

As diagnostic hypotheses, we considered odontogenic cyst, keratocyst, unilocular ameloblastoma, osteoma, osteoblastoma and osteosarcoma.



FIG 10 - Initial intra-oral and radiologic aspect.

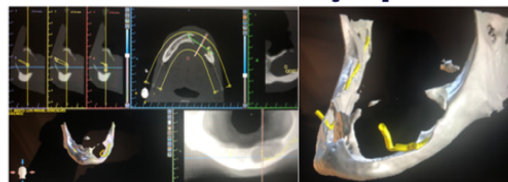


FIG 11 - Initial CT scan.

#### Primary surgical procedure

A 2ml aspiration of the lesion liquid with a 27G needle was performed in order to obtain a primary histological diagnosis (and eliminate the possibility of an oncological lesion). The primary histological diagnosis was "benign cyst lesion".



Fig 12 - Lesion content aspiration to perform primary histologic analysis.

A surgical decompression approach under local anesthesia was performed using a piezoelectric surgery unit (NSK Variosurg 3, Japan), allowing the isolation and preservation of part of the cyst membrane (to be also sent for histological analysis). Therefore, a partial enucleation of the lesion avoiding contact with the Nerve structures was achieved. A plastic catheter was placed up to the center of the lesion, and maintained with a non-resorbable suture (Silk, 3/0, Germany). No complications occurred during the healing period. The patient was able to maintain the catheter in position, was instructed in the best hygiene habits possible and to promote the cleansing of the surgical wound by daily multi irrigation with a syringe content of a 10% solution of hydrogen peroxide (Luer Lock, Medibase, Dentaleader, France and Peróxido de hidrógeno 10%, Mifarma, Portugal).



**FIG 13- Surgical sequence (final saline irrigation to eliminate debris).**



**FIG 14 – Wound closure and catheter placement.**



**FIG 15 – Teaching how to promote correct hygiene through the plastic drain.**

#### Secondary surgical procedure

A secondary surgical procedure (classical enucleation) will be performed when the outcome is considered appropriate.

#### CONCLUSIONS:

Large mandibular cysts may weaken the mandible and when involving noble anatomical structures as the major mandibular nerves, iatrogenic sequels such as mandibular fractures, paresthesia and/or permanent anesthesia from the lesion itself or their treatment may arise. A conservative surgical approach such as the one presented in this work has the disadvantage of 2 surgical procedures (although the first one being rather simple and less invasive) and a longer total duration of treatment. On the other hand, might significantly decrease the final post-op morbidity, facilitate the final surgery and prevent serious iatrogenic complications when compared with direct enucleation or aggressive curettage.

#### REFERENCES

- 1- J Clin Exp Dent. 2019 Jun; 11(6): e565-e569. Published online 2019 Jun 1. doi: 10.4317/jced.55563 PMCID: PMC6645260 PMID: 31346379 Cysts and tumors of the jaws treated by marsupialization: A description of 4 clinical cases. Soudes Briki, I, 2 Wael Elleuch, I Fathi Karray, I Mohamed Abdelmoula, I and Issam Tanoubi 2
- 2- Stomatologija. 2017;19(1):24-32. Conservative management of large mandibular dentigerous cysts with a novel approach for follow up: Two case reports. Gendviliene II, Legrand P, Nicolielo LFP, Sinha D, Spaey Y, Politis C, Jacobs R
- 3- J Dent Child (Chic). 2011 Sep-Dec;78(3):163-7. Conservative management of a large dentigerous cyst in a 6-year-old girl: a case report. Bozdogan EI, Cankaya B, Gencay K, Aktoren O.
- 4- J Clin Pediatr Dent. 1998 Winter;22(2):155-8. Dentigerous cyst of mandibular second premolar in a five-year-old girl, related to a non-vital primary molar removed one year earlier: a case report. Aguiló L1, Gandia JL.
- 5- Dent Clin North Am. 2020 Jan;64(1):105-119. doi: 10.1016/j.cden.2019.08.002. Epub 2019 Oct 18. Odontogenic Cysts. Rajendra Santosh Ab1.
- 6- J Dent (Shiraz). 2019 Sep;20(3):145-151. doi: 10.30476/ DENTJODS.2019.44899. Decompression or Marsupialization; Which Conservative Treatment is Associated with Low Recurrence Rate in Keratocystic Odontogenic Tumors? A Systematic Review. Tabrizi RI, Hosseini Kordkheili MR2, Jafarian M1, Aghdashi F1.
- 7- J Int Soc Prev Community Dent. 2019 Aug 6;9(4):328-337. doi: 10.4103/jispcd.JISPCD\_180\_19. eCollection 2019 Jul-Aug. The Changing Landscape in Treatment of Cystic Lesions of the Jaws. Nyimi BF1,2, Yifang Z1, Liu B1.
- 8- J Craniofac Surg. 2019 Oct;30(7):e658-e661. doi: 10.1097/ SCS.00000000000005725. Surgical Management of Large Odontogenic Cysts of the Mandible. Bonavolontà P1, Dell'Aversana Orabona G1, Friscia M1, Sani L1, Abbate V1, Iaconetta G2, Califano L1
- 9- Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban. 2019 Feb 28;44(2):164-172. doi: 10.11817/j.jissn.1672-7347.2019.02.008. Three-dimensional analysis for changes in dentigerous cyst-associated maxillary canines after marsupialization in adolescents]. Yuan Y1, Tu J1, Fan J1, Lei Y1.
- 10- J Stomatol Oral Maxillofac Surg. 2019 Jun;120(3):244-249. doi: 10.1016/j.jormas.2018.12.007. Epub 2018 Dec. An easy way to secure catheter in position during marsupialization procedure. Chae YK1, Nam OH2, Kim MS3, Lee HS4, Kwon YD5, Choi SC6